N° 7 15 AVRIL 1931

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie.

Un télescope de 915 mm.

Jusqu'à présent, l'Observatoire royal d'Edimbourg avait pour instrument principal un réflecteur de 600 mm. d'ouverture, construit par Calver, jugé insuffisant pour ses travaux : observations d'étoiles doubles, détermination spectroscopique de la rotation du soleil, photométrie stellaire. Il va s'enrichir d'un télescope de système Cassegrain, qui sera le principal instrument d'Angleterre, Ecosse et Irlande réunies, puisqu'il dépassera largement le télescope de 762 mm. de Greenwich.

Les plans du nouveau télescope et sa construction sont dus à *Howard Grubb, Parsons and Co*, de Walkergate, à Newcastle; ils ont été établis sur les données de R. A. Sampson, directeur de l'observatoire.

Les deux miroirs sont en cristal argenté; le plus grand a 152 mm. d'épaisseur et 940 mm. de diamètre : diamètre utile 915 mm.; sa forme est parabolique, sa distance focale 4.572 mm. Au centre est une ouverture de 89 mm. de diamètre. Le second miroir, convexe, de section hyperbolique, a 254 mm. de diamètre; sa courbure est telle que, combiné avec le grand miroir, la distance focale totale soit de 16 m. 46. C'est un avantage du télescope Cassegrain d'obtenir une grande distance focale avec un tube relativement court. De plus, les défauts des deux miroirs se corrigent mutuellement.

Pendant la dernière phase de la construction du petit miroir, on a adapté le dispositif d'Hartmann, modifié par Sampson, qui consiste à placer devant le miroir un diaphragme de 25 mm. de diamètre, dont l'ouverture est variable. En plaçant une source lumineuse ponctiforme au foyer optique, à une distance du miroir égale à une fois et demie la distance focale. le faisceau lumineux central se réfléchit en un point placé au triple de la distance focale. En plaçant une plaque photographique dans cette dernière zone, on obtient des images dont l'aspect permet d'apprécier la différence entre la forme vraie du grand miroir et le paraboloïde théorique correspondant, avec une erreur de l'ordre de un quart de micron.

M. B.

§ 2. — Sciences physiques.

Réflexions au sujet de la mécanique ondulatoire, notamment en milieux réfringents.

Il y a intérêt à examiner ce que donne la théorie nouvelle de la mécanique ondulatoire quand on applique ses idées de bases aux milieux réfringents. L'auteur avait bien déjà remarqué que si l'expérience de Michelson avait été faite dans un milieu d'indice n par exemple, jamais on n'aurait énoncé la loi de contraction de Lorentz, puisque la contraction nécessaire pour expliquer le résultat négatif de l'expérience aurait fait passer l'unité de longueur de 1 à $\sqrt{1-\frac{n^2v^2}{c^2}}$, et aurait ainsi dépendu de la longueur d'onde de la lumière employée, ce qui était inadmissible.

I. — D'après les idées de bases de la mécanique ondulatoire, un corpuscule en repos dans le milieu d'indice n, entretient, dans ce milieu, et dans le

vide ou dans les milieux qui l'entourent, des ondes stationnaires. Je n'ai pas vu que cela fût clairement énoncé, mais je pense que c'est tout à fait dans l'esprit de la doctrine. Ces ondes sont de la forme : $A \sin 2\pi\nu_0 t_0$. Un observateur en mouvement suivant l'axe des z avec la vitesse v par rapport au corpuscule et au milieu les voit, d'après les formules de Lorentz comme ondes : $A \sin 2\pi\nu\left(t - \frac{z}{V}\right)$ avec $Vv = c^2$; la vitesse V est ainsi la même dans le vide et dans tous les milieux, de sorte que l'on peut se demander si les ondes en question se réfléchissent et se réfractent. Que faut-il en conclure? Doit-on admettre ce résultat? Doit-on admettre qu'il faut remplacer dans les formules de Lorentz c par une autre vitesse c' et renoncer ainsi à la théorie de la relativité? Ou que les ondes n'ont aucune existence, même pas symbolique?

II. — Si le corpuscule est un photon, et si le milieu est peu dispersif, l'onde du photon qui dans son système propre, animé dans le milieu de la vitesse $\frac{c}{n}$, est : $A \sin 2\pi\nu_0 t_0$, apparaît dans le système du milieu, toujours d'après les formules de Lorentz comme une onde : $A \sin 2\pi\nu\left(t - \frac{z}{nc}\right)$. La phase de l'onde aurait la vitesse nc contrairement à l'expérience. Que faut-il en conclure, si l'on admet les formules de Lorentz? Que la vitesse $\frac{c}{n}$ du photon et de son onde est une apparence macroscopique; qu'en réalité, la vitesse microscopique est c, mais que par suite de chocs contre les particules matérielles du milieu, il y a des rétrogradations, d'où résulte la vitesse macroscopique $\frac{c}{n}$? En tout cas, s'il y a une onde macroscopique stationnaire dans le système du photon, on n'échappe pas à la conclusion que sa vitesse macroscopique de phase dans le milieu est cn et que ceci est contraire à l'expérience. Ne faut-il pas plutôt conclure que les photons n'ont pas d'existence propre?

III. — Les formules de base relatives à un corpuscule quelconque sont :

$$h\nu = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \qquad \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{h\nu}{c^2} v.$$

Pour le photon de vitesse c, il faut que $m_0 = 0$. Mais alors, si $v = n$, on trouverait que l'énergie et la quantité de mouvement du corpuscule ne peuvent être que nulles et la fréquence aussi. Ou bien, si, dans l'aspect microscopique $v = c$, même dans le milieu, c'est qu'il y a réflexions et rétrogradations. Il y a donc des moments où v s'annule et reste inférieur à c quelques instants. La conclusion demeure alors la même.

IV. — Dans le milieu d'indice n, la relation préliminaire d'Heisenberg : $\delta N \times \delta l \geq 1$, où N désigne le « nombre d'ondes » et l la longueur comptée dans le sens de la propagation, demeure vérifiée. Or $N = \frac{\nu}{V} = \frac{h\gamma v}{c^2} : \frac{hVv}{c^2} = \frac{pc^2}{hVv}$, p désignant la quantité de mouvement $\frac{h\gamma}{c^2} v$. S'il s'agit d'un corpuscule autre qu'un photon, on a : $Vv = c^2$. La relation devient $\delta p \times \delta l \geq h$. C'est bien la relation d'Heisenberg qui continuerait d'être vraie. S'il s'agit d'un photon : $V = v = \frac{n}{c}$; d'où : $\delta p \times \delta l \geq \frac{h}{n^2}$ La précision dépendrait du milieu et de la lumière employée.

V. — Dans la critique qu'il fait des procédés de mesure dont nous disposons, Heisenberg est amené à considérer un électron se déplaçant sur le porte-objet d'un microscope, et dont il s'agit de déterminer la position et la vitesse. L'électron subissant l'effet Compton, à la suite des chocs des photons, sa vitesse se trouve altérée et l'on montre que la relation d'incertitude $\delta p \times \delta l$ est vérifiée.

Mais toute lumière doit-elle nécessairement produire un effet Compton? On peut admettre — et même commencer à développer cette idée — que les chocs qui interviennent dans la théorie des quanta sont le fait, non de corpuscules provenant d'une certaine distance, mais bien des particules d'éther ébranlées par les vibrations. Dès lors, on peut penser que, si la lumière employée est une lumière polarisée à vibrations perpendiculaires à la trajectoire de l'électron, l'effet Compton sera réduit, peut-être même inexistant et que l'incertitude sera moindre que celle qui correspond à la relation en question.

Cela n'empêche pas qu'il y a sans doute quelque chose de fondamental dans les idées d'Heisenberg sur l'incertitude dans les mesures.

VI. — On pourrait voir aussi que la théorie des photons d'énergie $W = h\nu$ conduirait à admettre que dans un milieu d'indice n, on a : $m = \frac{Wn^2}{c^2}$, m désignant la masse du photon (au sens complet de la relativité, car la masse propre du photon est nulle). Or, cela n'est possible que si l'on admet de remplacer dans les formules de Lorentz c par $\frac{c}{n}$.

D'ailleurs la théorie des quanta de lumière n'est pas indispensable. Pour s'en rendre compte, il suffit de considérer que tous les phénomènes où on en voit des preuves ne font intervenir que des chocs contre des obstacles. Si l'on constate un choc, rien n'autorise à conclure de ce seul fait que le projectile vient d'une certaine distance. On peut aussi bien admettre qu'il vient du voisinage immédiat de l'obstacle. Dans les vibrations de la lumière, les particules d'éther qui vibrent au voisinage de l'obstacle peuvent par leurs chocs jouer intégralement le rôle des quanta supposés émis par la source de lumière.

La première chose à faire est de rendre compte de l'existence de la pression de radiation de la lumière.

Considérons un faisceau parallèle de lumière tombant sur un miroir réflecteur parfait. Lors de chaque demi-vibration dirigée vers le miroir, n particules

incidentes frappent le miroir par unité de surface produisant une impulsion sur lui; lors de chaque demi-vibration s'éloignant du miroir, n particules déjà réfléchies le frappent aussi, produisant une impulsion qui s'ajoute à la précédente. Lors de chaque vibration ont donc lieu $2n$ chocs par unité de surface.

Si $\frac{h}{2}$ est l'énergie que produit en moyenne sur le miroir la réflexion d'une particule d'éther, l'énergie fournie au miroir est, par vibration et par unité de surface, de nh; et comme cela a lieu ν fois par seconde, l'énergie fournie en une seconde est $nh\nu$; d'où il suit que chaque particule peut être considérée comme douée par la vibration de l'énergie $h\nu$. Il revient au même de considérer, pendant un temps dt, le choc de $N dt$ photons d'énergie, $h\nu$, ou le choc par seconde de $N\nu$ particules d'éther en vibration, l'énergie moyenne de chacune d'elles étant h. Dans le premier cas, l'énergie mise en jeu est : $h\nu.N dt$. Dans le second cas, elle est : $N\nu.h.dt$, c'est-à-dire a même valeur. On peut noter que quand il n'y a pas réflexion de la particule, il demeure un terme en $\frac{h\nu}{2}$: ne serait-ce pas là une interprétation simple des demi-quanta?

La formule de Planck pour le rayonnement noir est ce qu'il convient de retrouver ensuite. Soit dans une enceinte parcourue par un rayonnement noir à température absolue T, un résonateur de Planck. Les particules d'éther qui le frappent, et qui accélèrent ou retardent son mouvement sont douées d'une énergie $h\nu$ par unité de temps. Soit un nombre très grand N_i d'atomes dans un état d'énergie ε_i; un autre nombre très grand N_j dans un état d'énergie ε_j.

Pendant chaque unité de temps un certain nombre d'"atomes passe de l'énergie ε_j à l'énergie ε_i et, inversement; on peut dire qu'il existe une certaine probabilité de passage de l'état i à l'état j pendant l'unité de temps. Et il s'agit d'évaluer cette probabilité.

Supposons $\varepsilon_i < \varepsilon_j$. Le passage de l'état i à l'état j ne peut se produire que par absorption de l'énergie radiante. Dans l'unité de temps, une particule d'éther, peut céder l'énergie $h\nu$. Elle permet de faire passer de l'état i à l'état j un nombre n d'atomes égal à $\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_j}{h\nu}$.

Le passage de j à i s'effectue spontanément. Pour obtenir la loi de Planck il suffit d'écrire que le nombre des passages, de i vers j est égal à celui des passages de j vers i dans l'unité de temps. Nous sommes alors dans les conditions voulues pour pouvoir reproduire la démonstration qu'a donnée Einstein de la formule de Planck. Il est à noter que la vitesse c de la lumière dans le vide figure dans cette formule; si l'on étudiait le rayonnement du corps noir dans une enceinte remplie d'un corps d'indice n, on obtiendrait une formule où c serait remplacée par la vitesse c' de la radiation envisagée de fréquence ν dans ce milieu.

Les autres phénomènes qui servent de soutien à la théorie des quanta de lumière, c'est-à-dire l'effet photo-électrique et l'effet Compton, s'interprètent eux aussi d'une façon analogue par le choc de grains d'éther d'énergie moyenne h, en vibration de fréquence ν contre les électrons.

Quant au phénomène connu sous le nom de diffraction des électrons par les cristaux, il ne semble pas qu'il se produise au début des expériences, c'est-à-dire entre le moment où les électrons sont mis en mouvement et le moment où les premiers d'entre eux arrivent au contact des cristaux. Pendant ce temps, les ondes associées, si elles existent, et quelle que soit leur signification, physique ou symbolique, atteignent les cristaux grâce à leur vitesse très grande et sont réfléchies. On devrait donc avoir dès ce moment la diffraction observée par la suite. Or cela est peu vraisemblable. Il semble qu'on puisse admettre que tant qu'il n'y a pas chocs des électrons contre les cristaux, il n'y a pas diffraction.

VII. — Si l'on essaie d'obtenir les équations de la dynamique de la relativité restreinte en traitant le cas du mouvement au sein d'un milieu dont les propriétés électriques et magnétiques sont définies par les deux coefficients k et μ, on constate que l'on ne peut pas les obtenir, à moins d'admettre entre les forces électriques et les forces mécaniques des relations difficilement soutenables. On voit donc l'intérêt qu'il y a à étudier systématiquement ce que donnent les récentes théories physiques dans les milieux réfringents.

F. PRUNIER.

§ 3. — Sciences naturelles.

Les Lynx européens.

Les Lynx ou Loups-cerviers d'Europe, descendants du *Felis servaloides* Gerv. dont on a trouvé les restes dans certains gisements chelléens, moustériens et magdaléniens de France, appartiennent à deux espèces : *Lynx lynx* L. dans le Nord et le Centre, *Lynx pardella* Miller dans la péninsule ibérique. Des Lynx vivent encore dans les montagnes de Yougoslavie, d'Albanie et de Grèce, mais on n'a pas de renseignements précis sur ces animaux, et il n'est pas certain qu'ils soient identiques à l'une ou l'autre des deux formes précédentes; peut-être sont-ils voisins de la seconde, comme le *Lynx pardella orientalis* Satunin, d'Asie mineure. On a prétendu que des Lynx habitent aussi la Corse, la Sardaigne et la Sicile; il est possible que ces Félidés aient existé jadis dans cette dernière île, mais ils y ont totalement disparu depuis longtemps, sans que l'on sache à quelle forme ils se rapportaient; leur existence en Sardaigne est fort douteuse, et il ne semble pas qu'ils aient jamais vécu en Corse. Ajoutons qu'aux confins sud-orientaux de l'Europe (Oural méridional, Caucase) vit une espèce différente des pré-

cédentes, *Lynx cervaria* Temminck, qui s'étend jusque dans le Nord de la Perse.

Les Loups-cerviers, qui ont alimenté tant de légendes et de superstitions, de l'Antiquité jusqu'à nos jours, sont destinés à disparaître prochainement en Europe. Dans un ouvrage récent, très documenté, M. Lavauden[1] après avoir passé en revue la nomenclature, les caractères morphologiques, les mœurs, etc., des Lynx européens, étudie la régression de ces animaux au cours des derniers siècles, en s'attachant plus particulièrement à ce qui concerne notre pays.

Lynx pardella est encore assez abondant dans le Centre et le Sud de l'Espagne, principalement dans les régions montagneuses, mais il est devenu beaucoup plus rare dans le Nord, où il est décimé par les bergers. C'est à cette espèce qu'appartiennent vraisemblablement les Loups-cerviers des Pyrénées, que l'on rencontre à de longs intervalles dans le Capcir, le massif de Néouvielle, la vallée d'Aspe (5 exemplaires tués depuis 1870).

Lynx lynx, commun en Scandinavie au temps de Linné, s'est raréfié considérablement dans ce pays pendant le XIXe siècle; alors que plus de 300 individus étaient abattus en 1835, une moyenne de 120 seulement disparaissaient chaque année de 1860 à 1870; cette moyenne annuelle tombait à 15 au début du XXe siècle. L'espèce subsiste, mais clairsemée, en Finlande, en Esthonie et en Livonie; elle paraît avoir disparu totalement d'Allemagne, où le dernier exemplaire a été tué en Prusse orientale, en 1901; elle s'est éteinte dans les Alpes autrichiennes entre 1880 et 1900, mais elle se rencontre encore dans les forêts marécageuses de Polésie (Pologne) et dans toute la chaîne des Carpathes, de la Tchécoslovaquie à la Roumanie.

Le Loup-cervier a dû disparaître très tôt dans les plaines du Nord, de l'Ouest et du Centre de la France; les seuls témoignages que nous possédions sur sa présence dans ces régions — et encore sont-ils peu probants — sont quelques vestiges toponymiques (les noms de Luxeuil [?] et Luxiol en Franche-Comté, de Luxberg, Luxembourg, Luxengraben en Alsace, etc.) et une peinture du palais de Fontainebleau, faite au XVIe siècle et représentant un gentilhomme tuant un Lynx dans une forêt, probablement celle qui avoisine le château. L'espèce a vécu dans les Vosges alsaciennes jusqu'au XVIIe siècle; ses derniers représentants dans le Jura ont été tués près du fort de l'Ecluse (Ain) en 1850, aux environs de Pontarlier en 1871 et à Salins en 1885. Un individu a été abattu dans le Massif Central (forêts de la Haute-Loire) en 1822, un autre dans la chaîne des monts Lozère en 1875. Les Alpes occidentales, avec leurs forêts et leurs grands déserts de rocailles, demeurent le refuge suprême, mais fort précaire, du *Lynx lynx* en Europe moyenne. Encore abondant en Suisse vers 1840, le Félidé n'a plus été rencontré dans ce pays depuis 1909; commun dans toutes les Alpes françaises avant le XIXe siècle, il se raréfia très sensiblement dans ces montagnes au cours des cent dernières années, et certains auteurs déclarèrent, vers 1870, que l'espèce y avait totalement disparu huit ou cinquante ans auparavant; néanmoins 49 individus y ont été rencontrés avec certitude depuis 1870 : 14 en Savoie, 29 dans les Hautes-Alpes, les autres plus au Sud, et encore ces nombres sont-ils inférieurs à la réalité, car bien des captures restent ignorées.

Les derniers Lynx détruits en France (deux exemplaires) ont été tués au Canigou, dans les rochers de la Pena, au cours de l'été 1917.

Quelles sont les causes de la disparition des Loups-cerviers en Europe? L'Homme, évidemment, est le principal coupable; son action s'est manifestée soit directement, par la chasse, soit indirectement, par le déboisement, par la raréfaction des troupeaux de Moutons, proies de choix pour ces mangeurs de chair vivante, par le peuplement de certaines vallées montagnardes devenues industrielles. Il est intéressant de constater que les régions d'Europe où les Lynx se sont maintenus jusqu'à présent sont celles qui servent de dernier asile au Gypaète et à l'Ours brun, et que ces animaux ont disparu ensemble, prématurément, des Alpes orientales qui, pourtant, avec leurs grandes forêts et leur faible population humaine, semblaient bien leur être particulièrement favorables. Pourquoi ces coïncidences?

R.

1. Lavauden (Louis). *Essai sur l'Histoire naturelle du Lynx*, 1 vol. de 109 p., 6 pl. Grenoble, imp. Allier, 1930.

*
**

Nickel et Cobalt dans les plantes.

MM. Gabriel Bertrand et M. Mokragnatz, poursuivant les recherches qu'ils ont entreprises il y a quelques années (*Annales de la Science agronomique*, 1925), font connaître aujourd'hui les résultats qu'ils obtiennent après une longue « enquête » sur la répartition de ces deux métaux dans les végétaux.

C'est finalement à l'état de nickel diméthylglyoxime et de cobaltinitrite de potassium que les deux métaux ont été séparés et pesés, sauf dans le cas où le cobalt se trouvait en quantité inférieure à 0,005 mgr. dans la prise d'essai, nécessaire à la production des cristaux de cobaltinitrite; le dosage était alors terminé volumétriquement. Les conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs sont les suivantes :

— La proportion de nickel est toujours supérieure à celle de cobalt.

— Il y a un certain parallélisme entre les proportions de nickel et celles de cobalt en ce sens que les organes ayant une teneur faible, une teneur moyenne ou une teneur élevée en nickel sont presque toujours ceux qui ont une teneur faible, moyenne ou élevée en cobalt.

— Les feuilles sont, d'une manière générale, les organes les plus riches. Ainsi les auteurs ont trouvé (par kilogramme de matière sèche) :

Feuilles de	milligrammes par kilogr. Ni	Co
	—	—
Laitue	1,51	0,054
Tilleul	2,50	0,20
Abricotier	3,0	0,30
Chou	3,3	0,07

— Les graines, sont, après les feuilles, les organes qui renferment le plus de nickel et de cobalt, par exemple :

	milligr. par kgr. de mat. sèche Ni	Co
	—	—
Maïs	0,14	0,011
Froment	0,35	0,012
Café	0,38	0,002
Abricotier	0,80	0,005
Lentille	1,61	0,35
Foin	2,25	0,028

En ce qui concerne le riz, il a été trouvé que le riz décortiqué et poli s'est montré extrêmement pauvre en nickel et cobalt puisqu'ils ne dosent que 0 mgr, 02 de Ni et 0 mgr, 006 de Co par kilogramme de matière sèche. Or le riz est également très pauvre en métaux lourds, manganèse, zinc, titane.

— Les tiges renferment plus de nickel et de cobalt dans leur écorce que dans le bois.

— Les parties fortement lignifiées, constituant les coques proprement dites de certaines graines, sont pauvres en nickel et en cobalt :

Coques de	milligr. par kilogr. de mat. sèche Ni	Co
	—	—
Noyau de prune	0,05	traces
— d'abricot	0,15	0,003
— noix	0,35	0,010

— Les organes ou tissus parenchymateux provenant de fruits, racines, bulbes, tubercules, offrent, en général, une teneur moyenne, pour le produit supposé à l'état sec; par conséquent, ils sont pauvres en nickel et cobalt à l'état frais :

Organe	milligr. par kilogr. en mat. sèche Ni	Co
—	—	—
Tomate (fruit entier)	0,154	0,096
Pommes de terre (tubercc.)	0,252	0,063
Carotte (rac. cultivée) n° 2	0,286	0,021
Poirier (partie charnue du fruit)	0,90	0,01
Figuier (fruit entier)	1,20	0,20

— L'espèce végétale dans laquelle les plus hautes teneurs en nickel et cobalt ont été trouvées est la chanterelle comestible (*Cantharellus cibarius*). Ce champignon renferme par kilogr. de matière sèche :

Nickel	Cobalt
—	—
3 mgr,5	mgr,15

MM. G. Bertrand et M. Mokragnatz résument leurs travaux en disant que le nickel et le cobalt existent dans toutes les plantes examinées. Ils sont en proportions très petites : une partie pour plusieurs millions de parties de plante vivante pour le nickel et 5 à 10 fois moins encore pour le cobalt. Malgré cette grande dilution il n'est pas impossible qu'ils interviennent comme catalyseurs dans les cellules végétales[1].

M. R.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

L'Industrie des savons.

L'industrie des savons occupe une place très importante dans l'industrie chimique française; non seulement elle suffit à couvrir tous nos besoins nationaux, mais encore elle est largement exportatrice, tant en ce qui concerne les savons industriels que les savons de toilette et les savons de ménage. Il existe des fabriques de savons un peu en tous les points du territoire français, mais elles sont pour la plupart centralisées dans la région de Marseille : il s'agit d'ailleurs d'une industrie qui est intimement liée avec celle de l'huilerie et de la stéarinerie.

Nous nous proposerons de rappeler rapidement quelles sont les diverses phases de la fabrication des savons, puis d'indiquer quelles sont les principales variétés qui sont aujourd'hui offertes.

Les savons sont obtenus par saponification d'une matière grasse, solide ou liquide, d'origine animale ou végétale, par une lessive alcaline concentrée. La réaction produit simultanément le savon constitué par les sels alcalins des acides gras et de la glycérine; ce dernier corps est ainsi un important sous-produit de l'industrie savonnière.

Les lessives alcalines que l'on emploie pour la saponification sont, suivant les cas, des solutions concentrées de potasse ou de soude, de carbonate de potasse ou de carbonate de soude. Dans certains cas, on traite aussi les graisses par de la chaux vive, notamment pour la fabrication de certains savons de toilette très clairs, entièrement neutres.

En ce qui concerne les graisses, on utilise en général des graisses animales ou végétales de prix aussi réduit que possible.

Les graisses animales les plus employées sont les suifs, et surtout depuis la guerre les huiles de poissons. Ces dernières, utilisées pour les savons de qualité inférieure, ont l'inconvénient de leur communiquer une odeur désagréable qui tend à reparaître à l'usage; elles proviennent en majeure partie des pays scandinaves. Quant aux suifs, ils sont de provenances très diverses; pour les savons de première qualité, surtout en parfumerie, on a souvent recours aux suifs de la Plata.

Les huiles végétales employées en savonnerie sont, pour la plupart, des huiles de coprah (huiles extraites de la noix de coco) provenant en grande partie des colonies hollandaises, des huiles d'arachides provenant du Nord de l'Afrique et de l'A. O. F. et des huiles d'olive provenant en grande partie de la Tunisie; en ce qui concerne ces dernières on utilise surtout les résidus provenant de la préparation des huiles comestibles. Enfin, on incorpore dans beaucoup de savons soit des corps inertes, soit des corps tels que la résine qui possède des propriétés émulsion-

1. *Ann. Sc. Agron.*, n° 4, 1930.

nantes et détersives, mais qu'il est préférable d'exclure des savons destinés à certains usages.

A l'heure actuelle, l'industrie des savons tend à employer en proportions croissantes des huiles dites durcies, c'est-à-dire des huiles hydrogénées par des méthodes catalytiques : la transformation à la température ordinaire des graisses ou acides gras liquides en produits solides facilite certaines manipulations, mais l'emploi exclusif de graisses durcies ou leur addition en trop forte quantité risque de donner des savons défectueux au point de vue de la formation de la mousse.

De nombreuses matières grasses, autres que celles que nous venons de citer, peuvent être employées à la préparation de savons de qualité inférieure; c'est ainsi que l'on a utilisé en Allemagne des graisses résiduaires, provenant des déchets d'abattoirs, d'hôtels, d'industries textiles et même d'eau d'égout; des matières premières de cette catégorie sont également utilisées en Angleterre à Bradford.

La fabrication des savons varie naturellement avec les matières premières employées et la destination des produits finis; toutefois, elle comporte un certain nombre d'opérations que l'on retrouve dans la plupart des cas :

C'est d'abord celle dite de *l'empâtage*, qui consiste à traiter des matières grasses par une lessive alcaline de concentration moyenne, dans une grande chaudière en tôle, de manière à obtenir une saponification aussi complète que possible.

C'est ensuite celle du *relargage*, qui consiste à ajouter au mélange précédemment obtenu du sel pur ou une solution de sel marin : par ébullition, on obtient la séparation des savons formés, insolules dans le milieu chloruré, et de la glycérine qui reste dissoute dans la lessive alcaline.

On doit ensuite procéder à *l'épinage* qui a pour but d'éliminer par additions successives d'eau salée et ébullitions la glycérine qui adhère au savon, celui-ci se présentant sous forme de grains épais ou de pâte.

Le savon brut étant ainsi à peu près complètement épuré, on achève la saponification par addition de lessive alcaline concentrée et par une ébullition de plusieurs heures : c'est la *cuisson* après laquelle la pâte, saturée de soude et de potasse, devient plus ou moins dure.

Il est induspensable ensuite d'abaisser la teneur du savon en alcali caustique et d'améliorer son *grain*; ce résultat est obtenu par l'opération dite des *fontes*, qui consiste à ajouter à la pâte à l'ébullition, de l'eau saturée de sel, puis de l'eau pure, jusqu'à ce que le liquide soutiré présente des caractéristiques déterminées.

Enfin, on continue à traiter la pâte à l'ébullition par des quantités progressives d'eau jusqu'à ce qu'elle se lie et prenne l'aspect d'une masse homogène; il se forme alors trois couches bien distinctes : une couche mince d'écume; le *gras*, liquide fortement coloré qui contient toutes les impuretés et les savons solubles dans cette lessive alcaline; et, enfin, la masse de savon pur.

Les opérations que nous venons de décrire sommairement relèvent plus de l'empirisme que d'une technique vraiment scientifique. Aussi, dans chaque fabrique, a-t-on recours à des tours de main spéciaux et à des secrets de fabrication qui se transmettent à l'intérieur de la maison.

Si la fabrication du savon reste empirique dans une très large mesure et si le coup d'œil du maître savonnier y joue un rôle important, des méthodes scientifiques ont cependant été mises au point pour le contrôle de la fabrication : calculs des rendements, analyses des produits finis, dosages des matières constituantes, etc.

Pendant fort longtemps, on se contentait de classer les savons en deux catégories; les *savons durs* ou *savons de soude* et les *savons mous* ou *savons de potasse*; cette distinction est à l'heure actuelle insuffisante, car on arrive à préparer des savons de potasse solides et, d'autre part, l'industrie fournit aujourd'hui des savons de soude sous forme de pâte molle.

On fabrique des savons de potasse et d'ammonium solides, par coagulation de savons de potasse en présence de corps choisis, et l'on obtient de la sorte des produits d'une grande pureté moussant bien, s'émulsionnant facilement et qui présentent des qualités intéressantes en médecine, parfumerie, et pour certaines industries textiles.

Les savons mous de potasse sont, en principe, préparés à l'oléine, mais très souvent celle-ci se trouve remplacée en proportions plus ou moins importantes, par des huiles de poisson.

Les savons durs de soude peuvent être obtenus par saponification à chaud ou à froid; on leur incorpore souvent des substances solides, des produits de remplissage, qui améliorent leur aspect et augmentent leur pouvoir détersif (talc, sulfate de baryte, silicate de soude, etc.).

Pour la fabrication des savons mous de soude, aujourd'hui très employés, on utilise des solvants qui sont, pour la plupart, des hydrocarbures tels que le tétrachlorure de carbone. Dans la fabrication des savons à solvants, on a parfois recours à des huiles naphténiques, huiles minérales provenant du raffinage de certains pétroles.

L'industrie utilise des savons mous de soude et de potasse et des savons durs de soude; les industries textiles font une grande consommation de ces produits. Il faut généralement adapter la composition à sa destination; pour les soieries, on a généralement recours à des savons préparés à base d'huile exclusivement végétale, alors que, pour le coton, on utilise de préférence des huiles mi-végétales, mi-animales; il en est de même pour le blanchissage.

Un progrès fort important a été réalisé grâce à la mise au point de savons industriels en lamelles ou en paillettes. Ceux-ci présentent un double avantage : tout d'abord ils ne contiennent qu'une très faible proportion d'eau et, par conséquent, sont d'un

transport moins onéreux, puisque moins pesants pour un même volume de matière utile; d'autre part, par suite de leur déshydratation, ils contiennent moins de soude en combinaison et sont souvent plus neutres que les autres savons.

La fabrication du savon en paillettes ne diffère de celle des savons ordinaires que dans les dernières phases : la cuisson est la même que pour les savons de ménage, genre savons de Marseille : mais la déshydratation est obtenue, suivant les fabricants, soit à partir du savon à l'état liquide, soit à partir du savon en pain.

Les savons fins de toilette ordinaires, dits *savons pilés*, subissent un traitement particulier. Le savon ordinaire, d'autre part, est débité en fins copeaux, puis imprégné de parfums, de matières colorantes et, s'il y a lieu, de produits médicamenteux : il est ensuite laminé en feuilles minces, par passage entre deux cylindres, puis comprimé en barres compactes dans une machine appelée *peloteuse* et découpé en pain.

Depuis quelques années, la fabrication des savons de toilette s'effectue souvent en grand dans d'importantes usines fort bien outillées; beaucoup de celles-ci ont alors recours à des dispositifs de fabrication automatique, tel que celui dit de la *ligne continue*.

On désigne ainsi un ensemble qui groupe tous les appareils nécessaires à la fabrication du savon de toilette, en réduisant l'intervention de la main-d'œuvre au strict minimum; une série de machines exécutent automatiquement la préparation, puis le traitement de la pâte, la fabrication des pains, la frappe des savonnettes, celles-ci étant, dès leur sortie des presses, recueillies par des transporteurs qui les conduisent aux salles de magasinage et d'empaquetage; l'enveloppage des savonnettes est également réalisé au moyen de machines automatiques.

A côté des savons de toilette ordinaires, l'industrie savonnière fournit aujourd'hui des produits très divers, tels que les savons spéciaux pour la barbe, les crèmes savonneuses, les savons flottants pour bains, les savons transparents à la glycérine, etc. Il y a également lieu de signaler les savons liquides, dissolution de savon dans l'alcool, fréquemment employés dans les lavabos publics.

Les matières qui entrent dans la fabrication du savon et notamment des savons industriels et des savons de ménage sont extrêmement variés et conduisent à des produits d'inégale valeur.

Aussi le problème se pose-t-il depuis quelques années, de réglementer la dénomination des savons d'après leur pourcentage de savon pur. On parle couramment de savons à 60 % et à 72 %, d'après leur teneur en savon pur, mais cette dénomination n'a pas encore été définie de manière à donner toute sécurité aux acheteurs et cette question a donné lieu à de nombreuses controverses dans les milieux savonniers.

Nous nous contenterons de rappeler qu'un projet de loi sur la répression des fraudes du commerce du savon a été déposé en octobre 1927 dans le but de définir les proportions de savon pur et d'acide gras qui sont nécessaires pour justifier certaines appellations; d'après ce projet, qui n'a pas encore reçu de sanction législative, la mention 72 % serait réservée aux savons qui, en sortant de fabrication, renferment au minimum 63 % d'acide gras et celle de 60 % aux savons qui en sortant de fabrication renferment au minimum 53 % d'acide gras. D'autre part, n'auraient pas droit au qualificatif de pur les savons dans lesquels la proportion de résine dépasserait 5 % en poids de la matière grasse mise en œuvre; enfin, les savons contenant du silicate de soude devraient être dénommés savons silicatés.

L. P.

§ 5. — Sciences diverses.

La marine marchande du monde en 1930.

Les statistiques en Lloyd's Register of Shipping montrent que le tonnage des flottes commerciales n'a cessé de s'accroître depuis 1924[1] :

Tonnage à flot au 30 juin (unités de plus de 100 tonnes de jauge brute).

1924 — 32.956 navires — 64.023.567 tonnes
1927 — 32.175 navires — 65.192.910 —
1930 — 32.713 navires — 69.670.644 —

Ce tonnage se décompose ainsi qu'il suit au 30 juin 1930 :

Navires à moteurs :	2.476 navires	—	7.816.159 t.
Vapeurs :	26.192 navires	—	59.894.770 t.
Voiliers :	4.045 navires	—	1.896.715 t.

Les voiliers ont diminué de 113 unités en une année, par contre les navires à moteurs ont augmenté de plus de 400 unités.

Parmi les vapeurs, ceux qui sont pourvus de machines à mouvement alternatif sont en augmentation, ceux à turbines sont en diminution. La chauffe au mazout existe sur 3.904 vapeurs totalisant 19.857.788 tonnes, chiffre supérieur à celui de 1929.

La propulsion électrique existe sur 67 navires (308.281 tonnes de jauge). Le courant fourni aux moteurs électriques actionnant l'arbre d'hélice provient de générateurs desservis par des turbines à vapeur sur 30 navires et par des moteurs à combustion interne sur 37.

En ce qui concerne la dimension des navires de toute nature, notons qu'il existe notamment :

292 navires de 10.000 à 15.000 tonnes exclusivement.
93 navires de 15.000 à 20.000 tonnes —
40 navires de 20.000 à 25.000 tonnes —
7 navires de 25.000 à 30.000 tonnes —
16 navires de 30.00 et au-dessus.

Les autres unités ont toutes moins de 10.000 tonnes. Rappelons que ces diverses statistiques ne portent que sur des unités d'au moins 100 tonnes de jauge brute.

L'âge des vapeurs et des navires à moteurs à flot est intéressant à considérer.

1. *Bull. Décad. Canal de Suez*, 15-9-30.

Navires âgés de moins de dix ans — 36 p. cent du tonnage total.

Navires âgés de dix à vingt ans — 38 p. cent du tonnage total.

Navires âgés de plus de vingt ans — 26 p. cent du tonnage total.

Un bateau qui est en service depuis plus de vingt ans est déjà un vieux bateau. Il peut être solide encore mais ses aménagements, sa machinerie, etc., se trouvent démodés ou insuffisants pour lui permettre de lutter économiquement contre des concurrents mieux outillés.

L'importance du tonnage marchand à l'actif de quelques nations maritimes est noté dans le tableau suivant (en 1930) :

Grande-Bretagne et Irlande	20.438.444 tonnes.
Etats-Unis (y compris les navires des grands lacs)	14.045.808 —
Japon	4.316.804 —
Allemagne	4.229.235 —
Norvège	3.668.289 —
France	3.530.879 —
Italie	3.331.226 —
Pays-Bas	3.086.315 —
Suède	1.623.938 —

etc...

Il est intéressant de noter que les Etats-Unis, le Canada et le Brésil n'ont pas accru leur tonnage par rapport à l'année précédente. La flotte norvégienne par contre accuse un progrès considérable.

M. R.

***

Difficulté de recrutement du personnel scientifique colonial.

Dresser l'inventaire détaillé de nos recherches coloniales, étudier les produits, les minerais, faire connaître comment on peut le mieux les utiliser constitue un programme de travail dont la réalisation est d'une évidente nécessité pour notre pays qui possède le second empire colonial du monde : sa mise en application, même partielle, en est difficile, comme vient de le rappeler M. le Professeur Aug. Chevalier dans ses conférences au Muséum.

« La plus grande difficulté qu'ont rencontrée dans ces dernières années nos possessions dans l'exécution des programmes de recherches scientifiques vient de la rareté des hommes capables de constituer des états-majors pour les travaux à poursuivre.

De tels hommes sont rares dans tous les pays. Même dans les laboratoires d'Europe ou des Etats-Unis les spécialistes qualifiés se consacrant aux sciences biologiques appliquées sont très clairsemés. Quand par surcroît, vous leur demanderez d'aller vivre dans des contrées nouvelles, loin des centres intellectuels auxquels ils sont habitués, à moins qu'ils n'aient en même temps la passion de la recherche et le goût de la vie coloniale, ils se déroberont. Cependant des élites scientifiques pour l'étude des problèmes de sciences pures et appliquées qui se posent dans nos colonies sont plus que jamais nécessaires. Nous devons nous efforcer de découvrir des recrues de valeur pour ces contrées lointaines. »

M. le Professeur Chevalier préconise la formation d'un cadre scientifique colonial où auraient accès les fonctionnaires scientifiques des Etablissements de recherches : c'est une solution qui paraît excellente mais il semble qu'elle ne donnerait tout son effet qu'à la condition d'éliminer les conditions étroites qui régissent l'accès dans les cadres des fonctionnaires purement administratifs. Ainsi on ne devrait pas tenir compte de l'âge des candidats pour entrer dans le cadre en question : l'âge, en la circonstance, ne fait rien à l'affaire : le but seul importe, étudier et surtout savoir étudier. De même, pour rentrer en France, devrait-on imposer un séjour fixé de manière intangible soit pour les congés, soit pour la durée des services donnant droit à une pension de retraite. Il faut avoir séjourné des années loin des grands centres intellectuels de France pour se rendre compte de la nécessité que l'on éprouve à se documenter après dix-huit mois ou deux ans « loin de tout ». Si le séjour colonial se prolonge par trop il faut, surtout après de longues années de colonies, un véritable effort pour se remettre au courant et les congés — généralement pris en été pour éviter les conséquences parfois graves d'un retour en plein hiver — coïncident le plus souvent avec la période de l'année où les établissements scientifiques sont fermés ou déserts. Les congés proprement dits devraient être suivis d'un séjour dans la métropole comptant comme service actif à solde d'Europe; ce séjour avec travail dans un établissement scientifique, semble indispensable, car les recherches scientifiques coloniales doivent se poursuivre indépendamment du lieu, étant donné, surtout, que certaines recherches ne peuvent guère s'effectuer qu'en France.

Si nous émettons une opinion personnelle pouvant surprendre les lecteurs métropolitains, c'est dans le but de faire toucher du doigt un des points essentiels de toute organisation scientifique coloniale durable. L'existence est agréable dans la douce France où l'on sait, s'il le faut, se contenter de peu : les départs lointains seront d'autant plus rares que les conditions faites aux jeunes gens ayant la vocation scientifique seront plus dures : de cela on ne se préoccupe pas assez et c'est une profonde erreur.

M. R.

LES NIVEAUX D'ÉNERGIE DANS LA MÉCANIQUE ONDULATOIRE

1. Introduction. — Un précédent article, paru le 15 octobre 1929 dans la *Revue Générale des Sciences*, sous le titre « L'idée générale de la mécanique ondulatoire » (article qui sera désigné par les lettres I. G. dans ce qui suit), s'était appliqué à montrer les liaisons qui subsistent entre les équations « optiques » de Maxwell et l'équation « mécanique » de Hamilton-Jacobi. On voit s'introduire, pour le mouvement de n'importe quelle particule (électron ou photon), une variable ψ, qui définit l'onde associée à la particule et qui est déterminée par une équation aux dérivées partielles, fort analogue à l'équation des cordes vibrantes.

Il est intéressant d'indiquer ici — tout en se limitant au strict minimum de connaissances mathématiques — les profondes analogies qui relient les vibrations d'une corde et les états d'un atome : ainsi que Louis de Broglie y a insisté, on ne doit pas s'étonner de trouver des *nombres entiers* pour les niveaux atomiques d'énergie, puisqu'on en rencontre aussi dans les harmoniques d'une corde vibrante ; la possibilité, pour un atome, de contenir des énergies continûment variables devient aussi absurde que de demander à un violoniste de produire des « glissando » sans déplacer le doigt qui appuie sur la corde...

2. Valeurs propres de l'équation des cordes vibrantes. — Considérons une corde longue, fine et souple, dirigée suivant l'axe des x. L'élongation transversale y est donnée par

$$\frac{\delta^2 y}{\delta x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\delta^2 y}{\delta t^2}, \qquad (1)$$

la constante v homogène à une vitesse. Nous avons mis (I. G., p. 544) la solution sous la forme :

$$y = \mathrm{Y}\exp[i(2\pi f t + \mathrm{A})]$$

où la fonction Y, qui ne dépend pas du temps t, doit vérifier l'équation :

$$\frac{\delta^2 \mathrm{Y}}{\delta x^2} + \frac{4\pi^2 f^2}{v^2}\mathrm{Y} = 0. \qquad (2)$$

Deux imaginaires conjuguées sont solutions de (2) :

$$\begin{cases} \mathrm{Y} = \mathrm{Y}_0 \exp\left[i\left(\frac{2\pi f}{v}x + \alpha\right)\right] \\ \mathrm{Y}^* = \mathrm{Y}_0 \exp\left[-i\left(\frac{2\pi f}{v}x + \alpha\right)\right]; \end{cases}$$

on peut d'ailleurs repasser aux fonctions harmoniques (I. G., équation 8) en prenant la moyenne :

$$\frac{1}{2}\left(\mathrm{Y} + \mathrm{Y}^*\right) = \mathrm{Y}_0 \cos\left(\frac{2\pi f}{v}x + \alpha\right) \qquad (3)$$

La discussion de cette solution (3) nous montre, dans le cas le plus simple possible, ce qu'il faut entendre par *valeurs propres* d'une équation différentielle telle que (2). Désignons par L la longueur de la corde ; l'élongation y est identiquement nulle aux deux extrémités, ce qui donne :

$$\begin{cases} \mathrm{Y}_0 \cos\alpha = 0 & \text{pour } x = 0 \\ \mathrm{Y}_0 \cos\left(\frac{2\pi f}{v}\mathrm{L} + \alpha\right) = 0 & \text{pour } x = \mathrm{L} \end{cases}$$

ou bien

$$\begin{cases} \alpha = -\frac{\pi}{2} \\ \frac{2\pi f}{v}\mathrm{L} = k\pi & k \text{ entier.} \end{cases}$$

Nous obtenons ainsi toute une série de valeurs pour la fréquence f :

$$f_k = \frac{v}{2\mathrm{L}}k, \qquad (4)$$

« valeurs propres » de l'équation (2), qui sont entre elles comme les nombres entiers consécutifs et qui constituent les *harmoniques* des vibrations de la corde [1]. L'élongation résultera, dans le cas le plus complexe, de la superposition de vibrations simples :

$$y_k = \mathrm{Y}_0 \sin\left(\frac{k\pi}{\mathrm{L}}x\right)\sin\left(\frac{k\pi v}{\mathrm{L}}t + \mathrm{A}\right). \qquad (5)$$

3. Normalisation et orthogonalité. — Indiquons tout de suite deux conditions, qui ne présentent pas d'intérêt pour les cordes vibrantes, mais qui interviennent à chaque instant en mécanique ondulatoire.

1° On forme l'intégrale :

$$\int_0^{\mathrm{L}} \mathrm{Y}_k \mathrm{Y}^*_k \, dx$$

et on la pose égale à l'unité (« normalisation » de l'élongation Y_k). Il vient :

1. Remarquons que la perception par l'oreille des divers harmoniques (4) ne renseigne en rien sur la signification physique de la variable y ou de la constante Y_0. On pourrait même supposer que f_k puisse être déterminé sans qu'on sache sans ambiguïté ce que représente y (c'est précisément ce qui se passe en mécanique ondulatoire).

$$Y_0^2 \int_0^L \sin^2\left(\frac{k\pi}{L}x\right) dx = 1, \text{ d'où } Y_0 = \sqrt{\frac{2}{L}}.$$

Ici, ce résultat ne présente pas d'intérêt, car il subsiste, dans (5), la constante arbitraire A.

2° Considérons deux harmoniques *différents* (k et k'), et formons l'intégrale :

$$\int_0^L Y_k \, Y^*_{k'} \, dx;$$

nous trouvons

$$Y_0^2 \int_0^L \sin\left(\frac{k\pi}{L}x\right) \sin\left(\frac{k'\pi}{L}x\right) dx = 0;$$

lorsqu'une telle intégrale s'annule (comme c'est ici le cas), on dit que la « condition d'orthogonalité » est satisfaite.

4. **Equation (non relativiste) de Schrœdinger pour un électron.** — A partir des équations de Maxwell, la théorie électromagnétique classique déduit une équation de propagation, qui a la même forme pour le champ électrique E de l'onde, son champ magnétique H, son potentiel scalaire U, son potentiel vecteur A. Pour le potentiel scalaire par exemple, cette équation s'écrit [1] :

$$\frac{\partial^2 U}{dx^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \frac{1}{V^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} \qquad (6)$$

Pour la compréhension de la suite, il nous faut insister quelque peu sur les expressions équivalentes au premier membre de (6). Rappelons qu'on appelle *gradient* d'un scalaire (U par exemple) un vecteur $\vec{a}$ dont les composantes sont :

$$a_x = -\frac{\partial U}{\partial x} \qquad a_y = -\frac{\partial U}{\partial y} \qquad a_z = -\frac{\partial U}{\partial z}$$

et qu'on appelle *divergence* d'un vecteur ($\vec{a}$ par exemple) un scalaire défini par :

$$\text{div } \vec{a} = \frac{\partial a_x}{\partial x} + \frac{\partial a_y}{\partial y} + \frac{\partial a_z}{\partial z}.$$

Si, alors, nous formons l'expression div (grad U), nous la trouvons égale à :

$$\text{div (grad U)} = -\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial z^2},$$

c'est-à-dire, précisément, au premier membre de (6) changé de signe; ce premier membre, c'est-à-dire [— div (grad U)] s'appelle aussi le *laplacien* de U et se note ΔU.

1. Nous avons rencontré un cas particulier de (6) [I. G., équation (9)], valable quand l'onde se propage suivant l'axe des x.

Eh bien! par analogie avec (6), qui peut d'ailleurs s'écrire [cf. passage de (1) à (2)]

$$\Delta U + \frac{4\pi^2\nu^2}{V^2} U = 0 \qquad (6')$$

où V est la vitesse de propagation de l'onde électromagnétique classique et ν sa fréquence, la mécanique ondulatoire introduit une fonction ψ [cf. I. G., équation (14)] donnée par :

$$\Delta\psi + \frac{4\pi^2\nu^2}{V^2}\psi = 0 \qquad (7)$$

qui représente l'*onde associée* à la particule (mettons l'électron). Désignons par c la vitesse de la lumière dans le vide, par v la vitesse de la particule (V est dit « vitesse de la phase »), par μ la masse de la particule, par $E_0 = \mu c^2$ son *énergie totale*. On a entre ces diverses grandeurs [cf. I. G., équation (20')] les relations :

$$vV = c^2 = \frac{E_0}{\mu} \qquad (8)$$

Ecrivons par ailleurs (sans tenir compte des corrections de relativité) que l'énergie E_0 est égale à la somme de l'énergie cinétique et d'une énergie potentielle Φ (dépendant de la position du corpuscule, *mais non du temps*) :

$$\frac{1}{2}\mu v^2 + \Phi = E_0; \qquad (9)$$

on en tire facilement

$$\left.\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{2}{\mu}(E_0 - \Phi)} \\ V &= \frac{E_0}{\sqrt{2\mu(E_0 - \Phi)}} \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Ceci posé, en remplaçant E_0 par $h\nu$ (où h est la constante de Planck), l'équation (7) devient :

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2\mu(E_0 - \Phi)}{h^2}\psi = 0, \qquad (11)$$

c'est l'équation de Schrœdinger dans ce cas particulier.

5. **Remarque.** — Le passage de (7) à (10) se fait plus rigoureusement en passant par l'équation de Hamilton-Jacobi. On part de :

$$\Delta\psi = \frac{1}{V^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}$$

et on considère les solutions de la forme [1] :

$$\psi = M \exp\left[i2\pi\left(\nu t - \frac{S}{h}\right)\right]$$

1. En portant cette solution dans l'équation précédente, il apparaît, certes, des dérivées *secondes* de S par rapport à x, y et z (ce qui semble contraire à l'équation qui suit); en fait, ces termes sont négligeables en première approximation, parce que contenant le facteur (très petit) h.

où S est donné par l'équation de Hamilton-Jacobi [1] :

$$\left(\frac{\delta S}{\delta x}\right)^2+\left(\frac{\delta S}{\delta y}\right)^2+\left(\frac{\delta S}{\delta z}\right)^2=2\mu(E_0-\Phi).$$

Mais on a aussi [cf. I. G., équation (19)] :

$$\left(\frac{\delta S}{\delta x}\right)^2+\left(\frac{\delta S}{\delta y}\right)^2+\left(\frac{\delta S}{\delta z}\right)^2=\frac{h^2\nu^2}{V^2}=\frac{E_0^2}{V^2}$$

et en identifiant les deux derniers membres de ces deux dernières équations, on retrouve l'expression (10) de la vitesse de phase V. Par la même occasion, la première des équations (8) se trouve justifiée [dans le cas d'un électron se déplaçant dans un champ (énergie potentielle Φ)].

6. **Les niveaux d'énergie dans l'atome d'hydrogène (orbites circulaires).** — L'atome d'hydrogène est formé d'un proton (charge $+e$) et d'un électron (charge $-e$) distants de r. Il nous faut prendre pour l'énergie potentielle :

$$\Phi=\mu c^2-\frac{e^2}{r}, \qquad (12)$$

ce qui donne :

$$E_0-\Phi=E_0-\mu c^2+\frac{e^2}{r}=E+\frac{e^2}{r}, \qquad (13)$$

en désignant par E l'énergie mécanique (dans son sens habituel).

Nous allons partir de (11) où nous exprimerons :

$$\Delta\psi=-\operatorname{div}(\operatorname{grad}\psi)$$

en coordonnées polaires (à deux dimensions) : rayon vecteur r et angle φ. Le vecteur $\vec{a}=\operatorname{grad}\psi$ possède pour composants :

$$a_r=-\frac{\delta\psi}{\delta r} \quad \text{et} \quad a_\varphi=-\frac{1}{r}\frac{\delta\psi}{\delta\varphi}$$

et la divergence est donnée par :

$$\operatorname{div}\vec{a}=\frac{1}{r}\frac{\delta}{\delta r}\left(ra_r\right)+\frac{1}{r}\frac{\delta a_\varphi}{\delta\varphi}.$$

L'équation (11) de Schrœdinger prend par suite la forme :

$$\frac{1}{r}\frac{\delta}{\delta r}\left(r\frac{\delta\psi}{\delta r}\right)+\frac{1}{r^2}\frac{\delta^2\psi}{\delta\varphi^2}+\frac{8\pi^2\mu}{h^2}\left(E+\frac{e^2}{r}\right)\psi=0. \qquad (14)$$

Limitons-nous au cas des orbites circulaires ($r=$ constante) et imposons-nous, pour simplifier [2], la condition que la fonction d'onde ψ ne dépend pas de r. Il reste :

$$\frac{1}{r^2}\frac{d^2\psi}{\delta x^2}+\frac{8\pi^2\mu}{h^2}\left(E+\frac{e^2}{r}\right)\psi=0. \qquad (14')$$

En égalant force centrifuge et force attractive :

$$\mu\omega^2 r=\frac{e^2}{r^2},$$

et en appliquant les équations (9) et (13) :

$$\frac{1}{2}\mu\omega^2r^2-\frac{e^2}{r}=E \qquad (E<0$$

l'équation différentielle (14') prend la forme définitive :

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi^2}-\frac{2\pi^2e^4\mu}{h^2E}\psi=0 \qquad (14'')$$

dont la solution peut s'écrire :

$$\psi=\psi_0\sin\left(\frac{\pi e^2}{h}\sqrt{\frac{2\mu}{-E}}\varphi\right) \qquad (15)$$

C'est maintenant que nous apparaît l'analogie formelle entre les niveaux d'énergie de l'atome et les harmoniques d'un instrument à cordes : pour que le mouvement de l'électron soit stable, il est nécessaire que la fonction ψ reprenne la même valeur quand l'angle φ croît de 2π :

$$\sin\left[\frac{\pi e^2}{h}\sqrt{\frac{2\mu}{-E}}(\varphi+2\pi)\right]=\sin\left(\frac{\pi e^2}{h}\sqrt{\frac{2\mu}{-E}}\varphi\right),$$

ce qui exige qu'on ait :

$$\frac{\pi e^2}{h}\sqrt{\frac{2\mu}{-E}}=n \qquad (n \text{ entier})$$

Nous obtenons ainsi toute une série de valeurs pour l'énergie mécanique E :

$$E_n=-\frac{2\pi^2e^4\mu}{h^2}\frac{1}{n^2}, \qquad (16)$$

« valeurs propres » de l'équation différentielle (14''). On reconnaît là les énergies des orbites de Bohr; nous les avons retrouvées en nous bornant à écrire que la fonction ψ est *uniforme* autour du noyau de l'atome; mais l'existence de ces niveaux d'énergie ne nous renseigne en rien sur la signification physique de cette variable ψ.

7. **Normalisation et orthogonalité.** — Au lieu de (15), on peut mettre ψ sous la forme des deux imaginaires conjuguées [1] :

$$\left.\begin{aligned}\psi_n&=\psi_0\exp\left(i\frac{\pi e^2}{h}\sqrt{\frac{2\pi}{E_m}}\varphi\right)=\psi_0\exp(in\varphi)\\ \psi^*_n&=\psi_0\exp\left(-i\frac{\pi e^2}{h}\sqrt{\frac{2\pi}{E_m}}\varphi=\psi_0\exp(-in\varphi)\right.\end{aligned}\right.$$

---

1. Pour cela, on considère les moments $p_x=\mu v_x, \ldots, \ldots$ conjugués à x, y, z; l'équation (9) prend la forme :

$$\frac{1}{2\mu}(p_x^2+p_y^2+p_z^2)+\Phi=E_0$$

et on remplace p_x par δS : $\delta x, \ldots, \ldots$

2. Les résultats relatifs au cas général seront indiqués ci-dessous (§ 8).

1. En fait, la fonction d'onde dépend en outre du temps :

$$\Psi_n=\Psi_0\exp\left(i\frac{2\pi E_n}{h}t\right)\exp\left(i\frac{\pi e^2}{h}\sqrt{\frac{2\pi}{E_n}}\varphi\right).$$

Si on désigne par :

$$\psi_n \psi_n^* d\varphi$$

la probabilité pour que l'électron (supposé invariablement au niveau d'énergie E_n) se trouve dans l'angle $d\varphi$, on doit avoir :

$$\int_0^{2\pi} \psi_n \psi_n^* d\varphi = 1$$

car l'électron se trouve *certainement* quelque part dans le plan considéré; on en déduit :

$$\psi_0 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}. \qquad \text{(normalisation)}$$

D'autre part, si l'on forme l'intégrale :

$$\int_0^{2\pi} \psi_n \psi^*{}_{n'} d\varphi \qquad (n' \neq n)$$

on la trouve nulle (orthogonalité), car :

$$\exp\,[2\pi i(n - n')] = 1.$$

8. **Les niveaux d'énergie dans l'atome d'hydrogène (cas général).** — Au lieu de parcourir une circonférence (à une dimension), l'électron se trouve sur la trajectoire qui remplit un volume fini (portion du volume compris entre deux sphères). On exprime la fonction d'onde en coordonnées sphériques (r rayon vecteur ; φ, longitude; θ, colatitude); l'équation de Schrœdinger prend une forme assez complexe[1], et ses valeurs propres dépendent non plus d'un seul, mais de *trois* nombres entiers, appelés *nombres quantiques* :

$$\begin{cases} n = \text{nombre principal}; \\ l = \text{nombre azimutal } (0 \leq l \leq n-1); \\ m = \text{nombre magnétique } (m \leq l). \end{cases}$$

Les fonctions propres se mettent sous la forme :

$$\psi_{nlm}(r, \varphi, \theta) = R_{nl}(r).\ \exp(im\varphi).\ \Theta_{lm}(\cos\theta),$$

les lettres ayant les significations suivantes :

1° Θ_{lm} représente une *fonction* de Legendre, définie par :

$$\Theta_{lm}(x) = (1 - x^2)^{m/2} \frac{d^m P_l(x)}{dx^m},$$

où P_e est un *polynôme* de Legendre :

$$P_l(x) = \frac{1.3.5 \ldots (2l-1)}{l!}\left[x^l - \frac{l(l-1)}{2(2l-1)} x^{l-2} + \frac{l(l-1)(l-2)(l-3)}{2.4(2l-1)(2l-3)} x^{l-4} - \ldots\right]$$

2° Quant à la fonction $R_{nl}(r)$, elle est donnée par :

$$R_{nl}(r) = r^l \exp\left(-\frac{4\pi^2 e^2 \mu r}{h^2 n}\right) L_{n+l}^{2l+1}\left(\frac{8\pi^2 e^2 \mu r}{h^2 n}\right),$$

en désignant par L_{n+l}^{2l+1} la dérivée $(2l+1)^e$ d'un polynome de Laguerre, lequel est défini par :

$$L_{n+l}(x) = (-1)^{n+2}\left[x^{n+l} - \frac{(n+l)^2}{1!} x^{n+l-1} + \frac{(n+l)^2(n+l-1)^2}{2!} x^{n+l-2} - \ldots + (-1)^{n+l}(n+l)!\right]$$

On démontre alors que l'énergie est à nouveau donnée par (16) :

$$E_{nlm} = -\frac{2\pi^2 e^4 \mu}{h^2} \frac{1}{n^2},$$

autrement dit que :

$$\frac{\delta E_{nlm}}{\delta l} = \frac{\delta E_{nlm}}{\delta m} = 0.$$

Certes, la description de l'atome d'hydrogène devient fort complexe au point de vue mathématique[1], mais la mécanique ondulatoire permet de retrouver, sous une forme cohérente, toutes les particularités que la spectroscopie avait contraint d'introduire.

Répondons incidemment à une objection qui viendrait à l'esprit. Comme la probabilité de présence $\psi_{nlm}\,\psi^*_{nlm}$ de l'électron est une fonction continue des coordonnées, et plus spécialement de r, on pouvait craindre que l'atome atteigne des dimensions inacceptables. En fait, à cause du facteur

$$\exp\left(-\frac{4\pi^2 e^2 \mu r}{h^2 n}\right)$$

qui figure dans $R_{nl}(r)$, la variable φ ne possède des valeurs notables que pour des valeurs de r comparables à $\frac{h^2}{4\pi^2 e^2 \mu}$: *l'individualité de l'atome est sauvegardée* et ses dimensions — c'est-à-dire la portion de l'espace où on a quelque probabilité de rencontrer l'électron — sont bien de l'ordre de celles auxquelles la théorie cinétique des gaz (d'abord), puis les règles de Bohr nous ont habitués.

Si nous avons tenu à rappeler les résultats relatifs à l'atome d'hydrogène, c'est pour que le lecteur soit justement frappé de la difficulté mathé-

1. $$\frac{\delta}{\delta r}\left(r^2 \frac{\delta \psi}{\delta r}\right) + \frac{1}{\sin^2\theta} \frac{\delta^2 \psi}{\delta \varphi^2} + \frac{1}{\sin\theta} \frac{\delta}{\delta\theta}\left(\sin\theta \frac{\delta \psi}{\delta \theta}\right) + \frac{8\pi^2 \mu r^2}{h^2}\left(E + \frac{e^2}{r}\right)\psi = 0.$$

1. Pour retrouver le cas des orbites circulaires de Bohr (§ 6), on pourrait être tenté de *particulariser* l'expression de la fonction propre ψ_{nlm} (par exemple en introduisant la condition $\delta\psi : \delta r = 0$). En réalité, étant donné les liaisons inextricables des trois nombres quantiques n, l, m avec les trois coordonnées r, φ, θ, de tels calculs conduisent à des erreurs. Il faut particulariser *avant l'intégration* : on s'aperçoit alors sans peine que l'équation (14') est bien le cas particulier de l'équation plus complexe (donnée en note).

matique de la nouvelle mécanique ondulatoire. Certes, pour l'atome à un électron, cette mécanique n'apporte aucun fait essentiel qui ne fût antérieurement connu; mais il s'introduit une cohérence logique, qui satisfait l'esprit, alors que la première théorie de Bohr posait des règles dont le but évident consistait à retrouver le fait expérimental qu'on voulait expliquer; ajoutons que cette première théorie, qui date maintenant de quinze ans, avait échoué devant l'atome d'hélium (à deux électrons), puisqu'il s'agissait là du *problème des trois corps*, pour lequel les astronomes n'ont pas trouvé de solution rigoureuse. Tout porte à croire que les méthodes de la mécanique ondulatoire, en disposant de puissants outils mathématiques, feront progresser les problèmes relatifs aux atomes plus complexes.

Marcel Boll.

LA POLARISATION SEXUELLE

L'existence d'une sexualisation cytoplasmique très nette chez les Sporozoaires, c'est-à-dire l'expression de qualités sexuelles dans les diverses parties du cytoplasme de ces êtres nous oblige à nous demander quelle est l'importance relative de ces qualités sexuelles.

L'opinion la plus répandue, on peut même dire l'opinion classique à ce sujet, est la suivante : C'est le noyau de la cellule qui par sa constitution et son évolution domine et dirige les diverses manifestations de la sexualité. C'est lui qui est le seul élément responsable de l'orientation du sexe.

Cette opinion est toutefois la conséquence logique trop facile à prévoir d'une orientation de recherches qui nous paraît par trop exclusive. Puisque le noyau est, à peu près, le seul élément cellulaire dont l'évolution ait été étudiée d'une façon approfondie et détaillée, il est naturel que les auteurs se trouvent fatalement amenés à ne voir les manifestations sexuelles que par les images ou les qualités nucléaires.

L'étude des Sporozoaires nous a conduit à une conception toute différente. Les caractères de la sexualité apparaissent dans le cytoplasme avant d'apparaître dans le noyau. Les qualités cytoplasmiques sexuelles présentent une telle importance que leur existence domine fatalement l'évolution nucléaire. L'espèce *Nina gracilis* est particulièrement favorable pour montrer comment la constitution du cytoplasme peut exercer une influence déterminante dans les manifestations de la sexualité.

Nina gracilis est une Grégarine parasite dans l'intestin de la Scolopendre. Son cycle évolutif, au point de vue des qualités nucléaires, a été étudié avec une précision admirable par Léger et Duboscq. Que nous montre l'étude de son cytoplasme au point de vue sexuel ?

Dans les stades jeunes des Grégarines les caractères sexuels cytoplasmiques apparaissent plus tôt que les différences sexuelles entre les noyaux. Ces qualités sexuelles cytoplasmiques s'affirment d'ailleurs, au cours de la croissance, à mesure que la Grégarine se rapproche de sa maturité sexuelle.

Quand la maturité sexuelle est atteinte, deux Grégarines, un mâle et une femelle, se rapprochent et s'enkystent. A l'abri de l'enveloppe commune constituée par les parois du kyste, chacune d'elles donnera les gamètes de son sexe.

Les divisions nucléaires qui s'effectuent dans l'une et l'autre Grégarines sont analogues et les noyaux de l'un et l'autre sexe présentent simplement entre eux des différences d'affinités colorantes du même ordre que celles qui séparent les chondriomes. Toutefois, si les noyaux continuent ainsi à avoir des évolutions parallèles, il il n'en est pas de même des cytoplasmes. Les différences sexuelles s'accusent ici fortement, si bien qu'à un moment donné de l'évolution, les noyaux de l'un et l'autre sexe se trouvent placés dans des milieux fort différents.

Le cytoplasme femelle est le siège de transformations profondes, la polarisation des réserves vers les régions centrales de la Grégarine réalise des conditions nouvelles d'équilibre qui entraînent une migration des noyaux femelles. Les noyaux mâles restent au contraire dans la même situation, le cytoplasme mâle ne s'étant pas modifié.

Les noyaux mâles sont alors placés à la périphérie de la Grégarine, ils ont à leur voisinage un chondriome basophile abondant, des éléments de Golgi en forme de petits arcs, également abondants, des corpuscules de paraglycogène, de lipoïdes et de réserves albuminoïdes.

Les noyaux femelles sont plongés dans un milieu très différent. Il comprend un chondriome oxyphile peu abondant, il y a également peu

d'éléments de Golgi. Les réserves sont représentées par des corpuscules de paraglycogène, des réserves lipoïdes et graisses d'assez grande taille et des réserves vitelloïdes (fig. 7).

La différence la plus importante entre le cytoplasme mâle et le cytoplasme femelle est constituée par la présence de réserves vitelloïdes chez la femelle. Par leur taille, leur constitution chimique, leur abondance, ces masses vitelloïdes donnent au milieu cytoplasmique femelle un caractère tout à fait particulier.

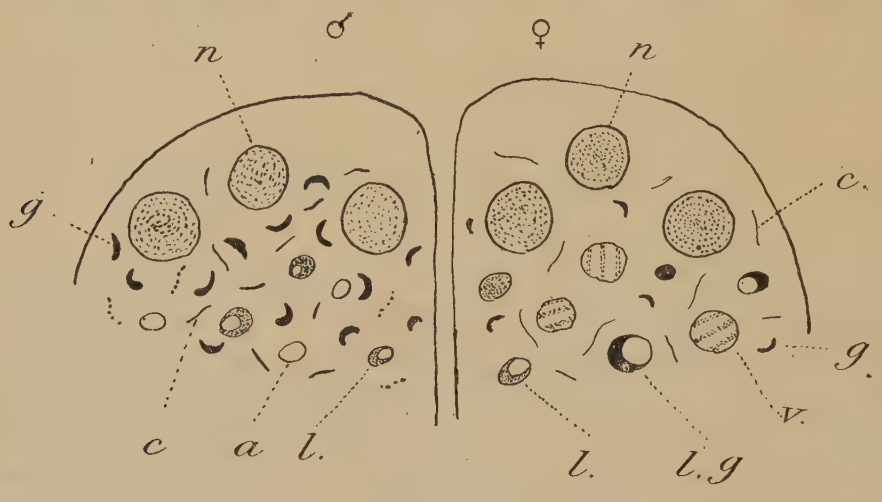
Parmi les divers éléments qui les entourent, les noyaux femelles manifestent précisément une préférence pour l'élément vitelloïde si caractéristique du cytoplasme femelle. Chaque noyau s'accole bientôt à une masse vitelloïde ayant la même taille que lui et c'est cette association qui est la cause initiale de la genèse du gamète femelle.

Rien de comparable ne peut être réalisé par le noyau mâle. Les divers éléments cytoplasmiques, à proximité de lui, sont tous de faible taille. Aucun complexe analogue à celui qui est à l'origine du gamète femelle n'est possible ici; l'abondance des éléments de Golgi du cytoplasme mâle semble en relation avec la genèse des spermatozoïdes.

Les différences sexuelles cytoplasmiques apparaissent donc comme des différences véritablement primitives et fondamentales, capables de diriger l'évolution nucléaire.

La notion nouvelle de *polarisation sexuelle* qui ressort ainsi de l'étude du Sporozoaire, notion d'après laquelle le noyau se trouve polarisé, vers l'un ou l'autre sexe, suivant les conditions du milieu dans lequel il se trouve plongé, n'est très probablement pas une qualité caractéristique de l'organisme sporozoaire, puisque nous savons que cet organisme réalise précisément un type moyen, tant au point de vue de ses caractères sexuels, qu'au point de vue de ses qualités cytoplasmiques.

Il est fort probable que l'emprise exercée sur



LA POLARISATION SEXUELLE.

Représentation schématique des milieux cytoplasmiques dans lesquels se trouvent les noyaux ♀ (à droite) et les noyaux ♂ (à gauche), chez la Grégarine *Nina gracilis*.

n = noyaux; *c* = chondriome; *g* = éléments de Golgi; *a* = réserves albuminoïdes; *l* = lipoïdes; *l.g* = lipoïdes et graisses (les graisses sont en noir); *v* = réserves vitelloïdes.

Les différences de teneur en paraglycogène entre les deux cytoplasmes ♂ et ♀ étant faibles, cette réserve n'a pas été représentée.

les chercheurs par l'étude des phénomènes nucléaires et les renseignements encore fort incomplets que nous possédons sur la constitution cytoplasmique sont les raisons pour lesquelles la polarisation sexuelle a été jusqu'à ce jour généralement méconnue.

Il arrive parfois, cependant, que cette polarisation sexuelle se dégage d'une façon tellement évidente que les auteurs, sans se servir du terme, l'ont en quelque sorte pressentie. ANCEL, étudiant les conditions de différenciation des cellules mâles ou femelles dans la glande hermaphrodite de l'escargot *Helix pomatia* nous dit : « Les cellules sexuelles, primitivement indifférentes, deviennent femelles ou mâles suivant les conditions qu'elles rencontrent dans la glande génitale, au moment de leur apparition. Ces conditions sont réglées, selon notre hypothèse, par l'existence ou l'absence, à cette époque, d'éléments différenciés dans le sens nourricier. »

Cette phrase est une allusion à la possibilité d'une véritable polarisation sexuelle chez les Mollusques. Malheureusement, l'auteur n'a pas pour-

suivi ses recherches dans cette voie, il n'a pas précisé le mécanisme de cette polarisation, elle lui semble simplement être une hypothèse logique se dégageant de l'ensemble de ses constatations.

Puisque la polarisation sexuelle nous apparaît comme une conséquence directe de l'existence d'une sexualisation cytoplasmique, nous pourrons juger de son degré de généralité en essayant de préciser dans quelle mesure les qualités sexuelles du cytoplasme que les Sporozoaires nous ont révélées présentent un caractère général.

La sexualisation cytoplasmique des Grégarines et des Coccidies se manifeste sur tous les éléments cellulaires : hyaloplasme, chondriome, appareil de Golgi, réserves hydrocarbonées, lipoïdes et graisses, réserves albuminoïdes. Au point de vue des problèmes sexuels il y a donc lieu de faire, pour chacun des six éléments cellulaires que nous venons d'énumérer, les mêmes études que celles qui ont été faites pour le noyau. C'est là un champ d'activité immense et nous pensons que les chercheurs qui s'orienteront dans ces voies nouvelles pourront apporter des contributions importantes non seulement pour éclairer la question de la sexualité mais encore pour préciser de nombreuses questions importantes posées par la physiologie ou la biologie générales.

En face du vaste problème qui se présentait ainsi comme une conséquence directe de la sexualisation cytoplasmique, nous avons été obligé de limiter le cadre de nos recherches.

Il nous a paru que les qualités physico-chimiques du cytoplasme présentaient une importance plus considérable que les qualités morphologiques, c'est donc par l'aspect physicochimique de la question que nous avons décidé d'aborder le problème.

Dans cet ordre de recherches, nous avons limité nos investigations à deux points de vue qui nous paraissaient pouvoir exprimer les traits fondamentaux de la question. D'une part, nous avons cherché à préciser les caractères sexuels physico-chimiques de l'ensemble du cytoplasme. D'autre part, au point de vue des masses de réserves, nous avons limité notre étude à la recherche des caractères d'évolution des lipoïdes et graisses. Il se dégage en effet des caractères de sexualisation des Sporozoaires que les lipoïdes et graisses constituent, parmi les diverses réserves, celles dont l'évolution se trouve le plus profondément marquée par le sceau de la sexualité. Leur participation à la genèse des réserves vitelloïdes contribue à accentuer encore ce caractère.

Les recherches se trouvant ainsi limitées à l'étude de deux problèmes physico-chimiques très précis, il convenait de fixer le choix du matériel à examiner.

Peut-être serez-vous tenté de croire que cette question du choix du matériel d'études joue décidément un rôle exagéré dans l'histoire de ces recherches. En somme, les manifestations de la sexualité sont très banales. Les caractères vraiment fondamentaux et généraux doivent se retrouver dans la plupart des organismes et il semble bien que l'étude d'un groupe quelconque pouvait être la suite naturelle des recherches sur les Sporozoaires.

Si nous nous étions arrêtés à cette idée, nos recherches eussent peut-être été facilitées, mais nous nous sommes trouvés, à ce moment, le prisonnier, en quelque sorte, de notre conception sur les problèmes généraux de la sexualité. Comme nous l'avons exposé au début de cette étude, il nous apparaît que les caractères fondamentaux de la sexualité doivent présenter un ordre de généralité comparable à la généralité même des phénomènes sexuels. Les caractères de sexualisation cytoplasmique des Sporozoaires étant des qualités fondamentales et primitives, établies sur des organismes d'un type moyen tant au point de vue sexuel qu'au point de vue cytoplasmique, semblaient présenter le maximum de chances d'avoir un caractère de grande généralité.

Le meilleur moyen de le vérifier rapidement était de retrouver les caractères de sexualisation dans des organismes aussi éloignés que possible du groupe des Sporozoaires. Ainsi se posait fatalement la question de savoir si ces caractères existent chez les Végétaux.

Il faut croire que le démon de la recherche est un dieu exigeant, car aucune considération sur la conduite raisonnable qu'il convenait de donner à nos travaux n'eut alors la moindre influence sur notre détermination. Nous venions à peine d'achever notre apprentissage de zoologiste que nous décidâmes de faire des recherches de botanique.

Sur quel groupe végétal convenait-il de diriger ces recherches ?

Les caractères de sexualisation cytoplasmique des Sporozoaires n'apparaissent comme des qualités fondamentales et primitives que parce qu'ils se manifestent chez des espèces isomorphes, là où aucune différence morphologique ne peut expliquer les différences physicochimiques constatées. C'est donc à des espèces végétales possédant la qualité d'être des organismes sexués rigoureusement isomorphes qu'il convenait de s'adresser.

Les Prèles présentent toutes les qualités demandées. Un problème de détermination sexuelle

se pose d'ailleurs à leur sujet, problème qui peut constituer une épreuve intéressante pour juger de la valeur des méthodes utilisées dans nos recherches.

Les Prèles sont des Cryptogames vasculaires isosporées mais la plupart des espèces présentent deux sortes de prothalles, des prothalles mâles et des prothalles femelles.

Prenons, par exemple, le cas de la Prèle des champs, *Equisetum arvense*. Lorsque les sporanges de cet organisme sont mûrs ils s'ouvrent pour laisser échapper des spores. Ces spores sont toutes semblables morphologiquement. Cependant, quand on les fait germer, on s'aperçoit que les unes donnent de petits prothalles verts de quelques millimètres qui portent des anthérozoïdes, tandis que les autres donnent, en germant, des prothalles verts de plus grande taille (1 à 2 centimètres) qui donnent des archégones avec oosphères.

Ainsi, les spores de la Prèle sont bien des organismes sexués. Quoique parfaitement semblables morphologiquement ces spores ont certainement entre elles des différences puisque les unes ont, en puissance, un prothalle mâle tandis que les autres ont, en puissance, un prothalle femelle.

Si les qualités de sexualisation cytoplasmique des Sporozoaires constituent véritablement un caractère très général de la sexualité, nous devons les retrouver dans les spores de Prèles. C'est-à-dire que nous devons être capables de résoudre le problème, posé depuis si longtemps, de la détermination du sexe de ces spores.

La qualité physico-chimique qui distingue le cytoplasme mâle du cytoplasme femelle d'un Sporozoaire est une différence dans le pouvoir d'oxydo-réduction intracellulaire. Nous avons adopté la notation rH, introduite par CLARK parce qu'elle apporte dans l'étude des phénomènes d'oxydation et de réduction des précisions comparables à celles que nous donne la notion de pH pour la mesure de l'acidité. Les deux symboles sont analogues; rH représente, en effet, le logarithme négatif de la pression hypothétique d'hydrogène en équilibre avec un système donné d'oxydo-réduction, il exprime en quelque sorte le degré de l'intensité de réduction.

Les déterminations des valeurs relatives de rH que nous avons faites ont été établies au moyen de colorants différents de ceux utilisés dans la méthode classique. Ces colorants ont été utilisés directement et sous la forme de leucodérivés. C'est donc une nouvelle méthode de détermination du rH que nous avons été amené à proposer. La méthode a été reconnue apte à mesurer la valeur du rH puisque de nombreux auteurs l'ont, depuis, utilisée à cet effet.

Aucun doute n'existe donc plus aujourd'hui au sujet de l'efficacité des méthodes que nous avons proposées. Elles permettent véritablement de mesurer la valeur du rH intracellulaire.

L'appréciation de la valeur du rH se fait par une double série d'opérations : 1° on fait agir sur la cellule à étudier une gamme de colorants (safranine, rouge neutre, violet neutre, vert Janus, bleu de Nil, bleu de méthylène, bleu de crésyl, thionine). Chacun de ces colorants, en pénétrant dans la cellule, subit de la part du cytoplasme un phénomène de réduction qui le décolore plus ou moins fortement, le degré de la décoloration obtenue mesure le pouvoir de réduction intracellulaire.

2° Dans une autre série d'expériences, on fait agir les leucodérivés des divers réactifs indiqués ci-dessus. Ces leucodérivés, ayant pénétré dans la cellule, subissent, de la part du cytoplasme, un phénomène d'oxydation qui les colore plus ou moins fortement. L'intensité de la coloration obtenue permet d'apprécier le pouvoir d'oxydation intracellulaire.

En rapprochant les résultats obtenus dans chacune des séries d'expériences, on peut mesurer la valeur du rH, potentiel d'oxydo-réduction, intracellulaire.

Quelques réactions d'un type plus brutal peuvent être utilisées pour compléter la méthode : action, sur la cellule étudiée, des sels suivants : chlorure d'or, azotate ou acétate d'argent, permanganate de potassium. L'action de ces réactifs qui permet d'apprécier le pouvoir de réduction du cytoplasme a toujours apporté une confirmation aux résultats obtenus par les méthodes précédentes.

Quels ont été ces résultats ?

Nous avons constaté tout d'abord que chez les divers Sporozoaires étudiés, dans une espèce, le cytoplasme femelle possède un potentiel d'oxydo-réduction ou rH intracellulaire inférieur à celui du cytoplasme mâle, il est plus réducteur que le cytoplasme mâle.

Puisqu'il existe, parmi les spores de Prèle d'une même espèce, des spores mâles et des spores femelles, nous devons pouvoir les séparer les unes des autres d'après la valeur de leur rH intracellulaire. Nous devons trouver parmi elles des spores plus réductrices dont le cytoplasme a les qualités d'un cytoplasme femelle et des spores moins réductrices correspondant aux mâles. C'est bien ce qui a été effectivement constaté.

Nous avons étudié trois espèces de Prèles : *Equisetum arvense*, *Equisetum limosum* et *Equisetum maximum*. Dans chacune de ces espèces, nous avons distingué des spores A, plus réductri-

ces, à *r*H intracellulaire plus faible et des spores B, moins réductrices, à *r*H intracellulaire plus élevé.

Si, maintenant, nous examinons le problème au point de vue des réserves lipoïdes et graisses nous arrivons à des résultats analogues.

Le cytoplasme du Sporozoaire femelle est plus riche en lipoïdes et graisses, il est caractérisé par la présence de graisses réductrices. Dans chaque espèce de Prèle, il existe deux catégories de spores, les spores A étant plus riches en graisses réductrices que les spores B.

Ainsi, la sexualisation cytoplasmique existe chez les Prèles et elle présente les mêmes caractères que chez les Sporozoaires. D'autre part, il est possible d'établir le diagnostic du sexe des spores. Ce diagnostic repose sur les qualités physico-chimiques : les spores A peuvent être considérées comme des femelles, les spores B comme des mâles.

Une objection se présente immédiatement à l'esprit. La détermination que nous venons de faire est un diagnostic physicochimique, établi par comparaison; mais la preuve définitive de la valeur de ce diagnostic ne peut être apportée que par des constatations biologiques. Il faudrait savoir si les spores A que nous avons déterminées comme spores femelles donnent effectivement, lors de leurs germinations, des prothalles à archégones et si les spores B donnent des prothalles mâles.

Cette preuve est apportée par les travaux de MACKEL. Nous avons constaté que, dans l'espèce *Equisetum arvense*, les spores A sont plus nombreuses que les spores B. Or, dans les germinations naturelles des spores de cette espèce, MACKEL a précisément montré que le nombre des prothalles femelles ou hermaphrodites est supérieur à celui des prothalles mâles. Les premiers, plus nombreux, sont évidemment issus des spores A, plus nombreuses, déterminées par leurs qualités physico-chimiques comme des spores femelles. Les autres, moins nombreux, sont donnés par les spores B, moins nombreuses, ayant les qualités physico-chimiques de spores mâles.

Nous nous sommes proposé de savoir quelle était le degré de généralité de la sexualisation cytoplasmique. Ce problème comporte l'examen de types variés, aussi éloignés que possible les uns des autres. Nous allons examiner les résultats acquis sur les Phanérogames et sur les Champignons.

Quatre espèces de Phanérogames : *Geranium Robertianum*, *Cheiranthus cheiri*, *Ranunculus repens*, *Arum maculatum*, ont été étudiées au point de vue de la valeur du *r*H intracellulaire, avec les méthodes que nous avons indiquées. Les résultats de ces expériences sont concordants : Dans une espèce déterminée, l'ovule, et plus particulièrement les cellules du nucelle présentent un *r*H intracellulaire cytoplasmique inférieur au *r*H du cytoplasme du pollen.

Six espèces de Phanérogames ont été étudiées au point de vue des lipoïdes et graisses : *Arum maculatum*, *Cheiranthus cheiri*, *Helleborus niger*, *Primula officinalis*, *Antirrhinum majus* et un hybride de *Calccolaria*. Là encore, les résultats des diverses expériences sont concordants : Dans chacune de ces espèces, le cytoplasme des cellules du nucelle acquiert des réserves en graisses réduisant l'acide osmique, tandis que le cytoplasme du pollen n'a point cette qualité.

Nos recherches sur les Champignons ont porté sur des cultures de Coprins que M. VANDENDRIES nous avait fort aimablement préparées. Ces recherches ne nous ont apporté aucune conclusion. Mais on ne peut rien déduire de ce résultat négatif. Il est dû soit à une habileté insuffisante de notre part, soit, encore, aux difficultés particulières que présente le matériel Coprins au point de vue de notre étude.

Il se trouve précisément que, sur un autre matériel, deux expérimentateurs ont été plus habiles et plus heureux que nous. Ils ont eu le mérite de révéler des caractères sexuels cytoplasmiques chez les Champignons.

SATINA et BLAKESLEE, dans leurs recherches sur les Mucorinées, ont mis en évidence, par l'action des sels de tellure, par l'action du permanganate de potassium et par l'étude de la réaction de MANOÏLOFF, l'existence d'un pouvoir réducteur plus élevé dans la race (+) que dans la race (—). Comme, d'autre part, ces auteurs ont vérifié que les deux races (+) et (—) présentent très peu de différences quant à la valeur de leur *p*H, il semble très probable que les deux races (+) et (—) qui représentent les deux sexes d'une espèce de mucor doivent avoir entre elles une différence de potentiel d'oxydo-réduction ou *r*H intracellulaire. D'après nos résultats, la race (+), plus réductrice, correspond au sexe féminin, la race (—) au sexe masculin.

Nous pouvons maintenant répondre à la question que nous avions posée plus haut. La sexualisation cytoplasmique présentant un caractère général, puisqu'elle se retrouve dans des organismes aussi éloignés les uns des autres que les Protozoaires, les Prèles, les Phanérogames, les Champignons, la polarisation sexuelle, qui en est la conséquence, doit avoir le même ordre de généralité.

Nous considérons donc, contrairement à l'opi-

nion la plus répandue, que l'orientation sexuelle n'est pas dominée par les qualités nucléaires. Elle est sous la dépendance des qualités du cytoplasme. En particulier, les propriétés d'ordre physico-chimique qui ont fait l'objet de notre étude nous ont apparu comme des caractères fondamentaux et primitifs de la sexualité. Ce sont eux qui dirigent la polarisation sexuelle.

Ce point de vue nouveau entraîne un certain nombre de conséquences.

Les qualités sexuelles du noyau constituent seulement une des manifestations de la sexualisation de la cellule. Cette manifestation exprime, non pas une cause primordiale, mais seulement un caractère secondaire.

Les caractères cytoplasmiques de la sexualité traduisent un certain état du métabolisme cellulaire.

Dans la conception classique, le noyau dirigeant toutes les manifestations sexuelles, il paraît bien difficile d'agir sur ces manifestations. C'est peut-être cette idée qui se trouve exprimée, inconsciemment, d'une façon naïve et pittoresque, dans le proverbe anglais qui nous dit que le parlement peut tout, sauf changer un homme en femme.

En réalité, dans notre conception, la sexualité, traduisant un certain état physiologique, nous devons être capables de la modifier dans la mesure même où nous pourrons agir, à un moment propice, sur les conditions physiologiques qui président à la polarisation des cellules sexuelles. Cela signifie que le phénomène de changement de sexe, qui apparaît couramment comme le type des faits irréalisables, nous semble une manifestation sur laquelle nous devons avoir une certaine emprise, les modifications du métabolisme cellulaire étant évidemment beaucoup plus faciles à atteindre, par nos moyens d'action, que ne l'est la constitution intime des chromosomes.

Nous ne nous arrêterons pas ici sur le cas de changement de sexe auquel nous venons de faire allusion et nous ne nous demanderons pas si la science sera un jour plus forte que le parlement anglais, parce qu'un sujet si grave dépasse singulièrement notre compétence; nous dirons seulement quelques mots de cas d'inversions sexuelles d'une étude moins troublante; les changements de sexe décrits chez les Végétaux.

Dès 1898 les expériences de Molliard avaient démontré la possibilité d'obtenir le changement de sexe d'un Végétal par l'action du milieu extérieur. Sous l'influence des idées de Strassburger et par suite de l'emprise exercée par les théories chromosomiques, l'opinion de Molliard resta longtemps sans écho. Aujourd'hui les résultats obtenus par Tournois, par Garner et Allard, par Mc Phee, et surtout par Schaffner ne laissent aucun doute sur la possibilité de produire un changement de sexe chez les Végétaux par l'action des conditions de milieu.

Les modifications du métabolisme de l'organisme peuvent donc changer l'orientation des cellules sexuelles; elles peuvent provoquer la genèse du pollen là où, normalement, des ovules se seraient développés, ou inversement.

Ces résultats sont parfaitement en accord avec la notion de polarisation sexuelle qui s'est dégagée de notre étude. Nous reviendrons, d'ailleurs, sur ces questions pour en faire une étude plus approfondie.

Ph. Joyet-Lavergne,

Professeur au Lycée Condorcet.

LA CONQUÊTE AÉRIENNE DU PÔLE SUD

Les vols de Wilkins dans l'Antarctide américaine.

Une courte ascension en ballon captif de Scott en 1902 le long de la barrière de Ross; trois ascensions, également en ballon captif, de Drygalski auprès de la terre Guillaume II, telles étaient, jusqu'en l'année 1928, les seules tentatives d'exploration aérienne faites dans l'Antarctique.

Mawson avait bien, en 1911, projeté d'utiliser un aéroplane pour son exploration de la Terre Adélie, mais l'appareil fut avarié avant le départ d'Australie, et il ne fut plus question de s'en servir.

En 1928, Sir Hubert Wilkins entreprit une série de vols dans l'Antarctide américaine. Ses expéditions polaires antérieures l'avaient rendu célèbre, en particulier ses vols au nord de l'Alaska et sa traversée en avion de l'océan Arctique, du détroit de Behring au Spitzberg [1].

Le nouveau champ d'études que choisissait Wilkins intéressait tout particulièrement les explora-

1. Voir *Revue générale des Sciences* du 31 mars 1929.

teurs polaires français, puisque, à plusieurs reprises, c'était dans ces parages qu'ils avaient concentré leurs efforts. C'est dans ce secteur que Dumont d'Urville, en 1838, avait découvert la Terre Louis-Philippe et l'Ile Joinville, à l'extrémité nord-orientale de l'ensemble de terres dénommé souvent « Terre de Graham ». C'est au voisinage et au sud de cette Terre de Graham que Charcot, à bord du *Français* en 1904 et à bord du *Pourquoi-Pas?* en 1909, avait reconnu tout un ruban de côtes nouvelles, Terre Loubet, Terre Fallières, Terre Charcot, et complété et précisé la carte de toutes les côtes occidentales jusqu'au 70e degré de latitude.

Wilkins quitta Montevideo en octobre 1928 à bord d'un baleinier norvégien, qui transporta ses deux aéroplanes à l'île Déception, choisie comme base. Cette île, qui, depuis plusieurs années, sert de port d'attache aux chasseurs de baleines norvégiens, fait partie des Shetlands du Sud et est située par 63 degrés de latitude. Charcot à bord du *Pourquoi-Pas?* y séjourna en 1909 à plusieurs reprises et en fit dresser la carte.

Le 20 décembre 1928, à bord d'un monoplan Lockheed Vega, piloté par Eielson, Wilkins prit la direction du Sud, et atteignit un point situé par 71°20' de latitude, à 600 milles de l'Ile Déception. Il retourna par la même route.

Au cours de ce vol, qui n'avait pas duré six heures, Wilkins apporta une série de précisions sur la topographie de l'Antarctide américaine, dont les côtes orientales étaient encore tracées d'une façon fort approximative. Comme Nordenskjold l'avait reconnu en 1902, une véritable barrière de glace (*shelf ice*) borde ces côtes orientales sur la plus grande partie de leur longueur. De profondes indentations, analogues à des fiords, les découpent. Wilkins crut même d'abord, ce qui était inexact pour plusieurs d'entre elles, que ces indentations se prolongeaient jusqu'à la côte occidentale, morcelant la Terre de Graham en plusieurs îles. Il dépassa de plusieurs degrés vers le sud la limite des terres connues, découvrit une série d'îles appelées Iles Finley, faisant suite à la Terre de Graham. Un détroit important, le détroit Stefansson, sépare cet archipel du véritable continent antarctique, dont il crut apercevoir le rivage, et qu'il appela la Terre Hearst. Peut-être n'est-ce là encore qu'une île nouvelle, faisant suite à celles qui constituent ce qu'on a appelé la Terre de Graham, nom auquel Wilkins propose de substituer celui d'archipel Antarctique américain.

Par le détroit Stefansson, à la latitude de 71° et de 72°, la mer de Weddell, à l'est, est reliée à la mer de Bellingshausen à l'ouest. Si ce détroit est le plus souvent complètement gelé, il doit arriver parfois qu'il soit relativement libre de glaces, puisque Wilkins a aperçu des icebergs pris dans la banquise. Ce fut sans doute le cas en 1823, année exceptionnelle pendant laquelle Weddell put atteindre, le 20 février, la latitude de 74°15' sans voir de glaces [1].

Le 10 janvier 1929, au cours d'un second vol dans la même direction, Wilkins confirma les principaux résultats de son premier vol, mais sans dépasser cette fois le 67e degré.

Après avoir démonté ses avions pour qu'ils puissent passer l'hiver sans trop de dommages, il quitta l'île Déception à la fin de janvier, décidé à y revenir au début de l'été suivant.

Au mois de novembre 1929 en effet, Wilkins était de retour à Déception. Ses deux avions, qui avaient passé l'hiver en plein air, étaient à moitié enfouis dans la neige, mais ils n'avaient pas trop souffert par ailleurs.

Après avoir préparé un terrain d'atterrissage, trop court malheureusement pour enlever de lourdes charges, Wilkins exécuta plusieurs vols dans les environs de l'Ile Déception, sans couvrir de grandes distances. Pour augmenter son rayon d'action, il fallait chercher dans le Sud une autre base.

Wilkins embarqua ses deux avions sur le *William Scoresby*, relâcha à l'Ile Melchior, entre l'île Brabant et l'île Anvers, puis à Port-Lockroy dans l'île Wiencke, le meilleur port de l'Antarctide américaine, comme l'a baptisé Charcot qui l'a découvert en 1904. La mer, encombrée de petits glaçons, ne permettait pas à un hydravion de prendre son vol sans dommage.

Wilkins continua sa route vers le Sud, jusqu'à l'île Adélaïde. Mais, ou la mer au large était trop houleuse pour un avion à flotteur, ou la glace près de terre était trop peu épaisse pour un avion à skis, et il fallut remonter vers le nord sans avoir obtenu le moindre résultat. Port-Lockroy présentait cette fois une surface d'eau convenable, et, le 19 décembre, Wilkins, avec Cheesman comme pilote, put enfin s'envoler. Il reconnut que la plupart des indentations qu'il avait découvertes sur la côte orientale l'année précédente n'étaient pas de véritables détroits, et qu'il n'existait aucun passage entre la côte orientale et la côte occidentale jusqu'à la latitude du cercle polaire, ainsi que Charcot l'avait affirmé à la suite des deux expéditions du *Français* et du *Pourquoi-Pas?* Cependant la largeur de la Terre de Graham, entre les fonds des fiords qui se correspondent

1. Voir *Le Pôle Sud. Histoire des Voyages antarctiques* (Flammarion, éditeur).

sur l'une et l'autre côte, ne dépasse pas parfois 40 kilomètres.

Au contraire, parmi les nombreuses indentations dont l'ensemble a été baptisé par Charcot baie Matha, et dont il n'avait pas eu le temps de tracer complètement la carte, l'existence d'un véritable détroit, que Wilkins a appelé Crane Channel, est vraisemblable, mais il n'a pas été survolé et son tracé reste hypothétique.

Après avoir admiré du haut du ciel la magnifique baie Beascoschia, dont les côtes abruptes forment un cirque presque parfait, et qui avait déjà fort impressionné les membres de l'expédition Charcot qui l'avaient visitée pour la première fois en 1909, Wilkins regagna Port-Lockroy et appareilla aussitôt vers le sud, toujours en quête d'une base favorable.

Il essaya d'abord de la baie Beascoschia, dont la glace plate et unie paraissait former un terrain d'envol convenable. Mais, à l'expérience, cette glace se révéla trop faible pour supporter le poids de l'avion sur ses skis, et il fallut repartir vers le sud.

La forte houle qui régnait en mer libre rendait impossible le départ d'un hydravion. Cependant Wilkins fit une tentative, mais il dut bientôt s'arrêter, faute de quoi il aurait mis en miettes son appareil.

Enfin, le 28 décembre 1929, la houle se calma alors que le *Scoresby* était par 68° de latitude et 75° de longitude ouest, et Wilkins et Cheesman purent prendre leur vol. La Terre Charcot était juste au sud ; son exploration devint le but naturel de Wilkins.

Cette terre Charcot avait été la découverte topographique la plus importante, parce que la plus australe, de la deuxième expédition Charcot à bord du *Pourquoi-Pas?* Elle fut aperçue le 11 janvier 1910, à une cinquantaine de milles, du haut de la mâture du *Pourquoi-Pas?*, et elle était défendue par un pack composé de glaçons très épais, dans lequel le *Pourquoi-Pas?* essaya vainement de pénétrer. A perte de vue, peut-on dire, le lieutenant de vaisseau Bongrain, cartographe de l'expédition, en dressa une carte sommaire, marquant deux pics principaux, les Monts Monique et Martine, séparés par un sommet moins élevé, le mont Marion. Ces trois sommets émergent d'une calotte de glace plus basse, qui recouvre tous les reliefs de faible altitude.

J'ai raconté cette découverte dans les termes suivants[1] :

11 janvier. — Toutes les jumelles sont braquées vers le sud. Plusieurs fois déjà, les matelots ont prononcé les mots : Terre nouvelle!

Ce n'était, hélas! que mirages : icebergs plus ou mois découpés, nuages aux formes trompeuses.

Cette fois, c'en est vraiment une.

On aperçoit distinctement trois sommets, quelques pointes de roches noires le long des pentes, et c'est bien l'éclairage lointain un peu jaunâtre et terne des terres, différent de celui des icebergs toujours bleuté et transparent.

Pendant plusieurs heures nous fûmes indécis — nous avons été trompés tant de fois — mais maintenant il est absolument certain qu'un nouvel affleurement du continent antarctique est découvert.

Charcot, qui descend de la mâture, ne peut cacher son émotion et il crie à l'équipage :

« Vous avez l'honneur d'avoir donné une terre nouvelle à votre pays! »

Terre Nouvelle! Il faut avoir usé ses yeux pendant des journées à scruter l'horizon, pour comprendre toute la joie orgueilleuse que ces deux mots font naître dans nos cœurs.

La découverte, l'année dernière, de la Terre Loubet et de la Terre Fallières ne nous a pas encore blasés. C'était notre rêve, voir surgir à l'horizon des pays inconnus, mais sa réalisation nous paraissait miraculeuse.

Aujourd'hui le miracle encore une fois s'est produit.

Séparée de la Terre Alexandre, dont on aperçoit dans le lointain le dernier cône, cette terre continue vers le sud-ouest l'ensemble montagneux de la Terre de Graham et de la Terre Fallières, et va sans doute se rejoindre aux terres sur lesquelles s'appuie vraisemblablement le plateau continental découvert par la *Belgica*. Ainsi quelques traits de côte nouveaux vont être tracés sur la carte du pôle, et le continent antarctique est de moins en moins une hypothèse géographique.

Il faut essayer de se rapprocher de cette terre.

Une banquise inexpugnable la défend. Les blocs de glace sont si serrés que le *Pourquoi-Pas?* n'arrive pas à les séparer.

Nous laissons le vent nous pousser sous voilure réduite, mais nous ne gagnons pas cent mètres à l'heure.

Néanmois les détails se précisent, des vallées deviennent plus nettes et la vue perçante de quelques-uns d'entre nous croit distinguer déjà la calotte de glace dans laquelle se fondent les glaciers, comme ceux de la Terre Alexandre.

Oublieux des fatigues des longs mois derniers, plusieurs parlent d'hiverner ici.

Ce serait folie, sans doute. Il faut partir puisque, aussi bien, nous n'arrivons pas à gagner un mille dans cette banquise.

Pendant des heures, le *Pourquoi-Pas?* bouscule les glaçons, les tourne, essaye des chenaux, et péniblement se rapproche de la mer libre, pourtant si proche.

Le beau temps, qui avait favorisé notre découverte, cesse. La brume revient, estompe tout, les icebergs, le pack, les sommets, La terre nouvelle disparaît.

Qui désormais la reverra? Qui aura, comme nous, la chance de parcourir ces solitudes, et le bonheur de préciser ce que nous avons vu?

Cette chance et ce bonheur, c'est Wilkins qui les a eus, vingt ans plus tard.

Au cours d'un premier vol, le 28 décembre 1929, les nuages empêchèrent Wilkins de recon-

1. *L'Antarctide. Voyage du* Pourquoi-Pas? (Société d'Éditions géographiques).

naître autre chose que l'existence réelle de la Terre Charcot, à peine aperçue dans une éclaircie fugitive. Le lendemain 29 décembre, le temps s'embellit; Wilkins et Cheesman repartirent. La Terre Alexandre, visible dans l'est, donnait de bons points de repère. Au bout d'une heure vingt minutes, la côte de la Terre Charcot était atteinte, dans la position, à cinq mille près, où Borgrain l'avait placée sur sa carte. Les trois pics reconnus par Charcot sont bien les trois seuls pics remarquables de cette terre. Une petite île, trop basse pour que Charcot ait pu l'apercevoir, gît à quelques milles au nord.

Wilkins fit le tour de la Terre Charcot, qui est une île d'une quarantaine de milles de diamètre. Son extrémité méridionale est par 70°30' environ. Plus au sud, vers le 71e degré, se distinguent les rivages, tout recouverts de glaces, d'une terre nouvelle qui se relie sans doute à la Terre Hearst, découverte l'année précédente. Dans l'est, deux îles nouvelles complètent le groupe des îles Finley. Dans les détroits qui séparent ces îles, Wilkins aperçut encore des icebergs pris dans les glaces, ce qui prouve bien que la mer est quelquefois libre dans ces parages.

Ce vol d'un peu plus de quatre heures avait donc rapporté des renseignements fort intéressants, surtout pour les géographes polaires français, puisqu'ils confirment, tout en la précisant, une des plus importantes découvertes françaises dans l'Antarctique. Ce n'est pas sans émotion que les membres de l'expédition Charcot ont vu les belles photographies rapportées par Wilkins, dont quelques-unes ressemblent d'une façon frappante aux vues de côtes qu'ils avaient dessinées eux-mêmes à perte de vue.

Le *Scoresby* regagna Port-Lockroy, et l'île Déception, où il compléta ses approvisionnements. Puis il reprit la mer et se dirigea vers l'ouest en suivant le pack. Le 30 janvier 1930, et le 1er février 1930, par 100 degrés de longitude ouest, Wilkins vola au-dessus du pack. Au cours du deuxième vol, il atteignit la latitude de 73° sans voir autre chose que des flocs et des icebergs, séparés par de rares cordons d'eau libre, quelques phoques et des pingouins empereurs. A cette longitude, la latitude de 71° n'avait pas été dépassée. Bien que la visibilité n'ait pas été parfaite, il semble qu'il n'y ait pas de terre dans ce secteur jusqu'au 74e degré environ, alors qu'une « apparence de terre » notée par Cook en 1774, et une profondeur de 564 mètres trouvée par de Gerlache sur le même méridien par 71° de latitude, en laissaient supposer l'existence.

*
**

L'expédition de Byrd au pole sud

L'expédition de Wilkins avait compris en tout quatre hommes : Wilkins, deux pilotes d'avion et un mécanicien. Pendant deux étés successifs, une dizaine de vols de courte durée (le plus long avait duré six heures) furent exécutés.

L'expédition de Byrd eut une envergure beaucoup plus grande. Ce fut une véritable expédition polaire, comme on les comprenait autrefois, avec un hivernage, et un nombreux équipage.

L'amiral Byrd avait à son actif de nombreux titres de gloire aéronautique; il avait survolé le Pôle nord en partant de Spitzberg et traversé en avion l'Atlantique de New-York en France. Il voulait cette fois survoler le Pôle sud, et puisque c'était là le but principal de son expédition, il choisit naturellement le secteur de la mer de Ross pour y établir une base. Pour les mêmes raisons qui avaient décidé Amundsen en 1911, et dont la principale était la plus grande proximité du pôle, il s'installa dans la partie orientale de la Grande Barrière, auprès de la baie des Baleines, dans le voisinage de la Terre Edouard VII. Comme Amundsen, il y édifia à même la glace une station d'hivernage, où 42 hommes furent laissés à terre par les deux navires qui y transportèrent le matériel de l'expédition, et qui fut baptisée Petite Amérique.

Mais l'expédition de Byrd présentait vis-à-vis des expéditions précédentes qui avait travaillé dans les mêmes parages deux caractères très particuliers. D'abord, c'était une expédition avant tout aérienne. Byrd avait à sa disposition 3 avions; un Ford trimoteur, un Fairchild, et un Fokker. Le personnel comprenait de nombreux pilotes, photographes aériens, mécaniciens d'aéronautique.

Ensuite, la télégraphie sans fil jouait un rôle de tout premier plan. Non seulement pour correspondre avec les avions en vol et avec les groupes d'explorateurs qui s'éloigneraient de la base, mais surtout pour établir une communication pour ainsi dire permanente avec les Etats-Unis, principalement avec les journaux qui avaient fait les frais de l'expédition et qui, chaque jour, devaient publier de longues colonnes sur les faits et gestes des explorateurs.

Ce n'est pas sans une certaine appréhension que ceux qui connaissaient la mentalité ordinaire des explorateurs envisageaient l'obligation de ces communiqués quotidiens. Au cours d'un hivernage polaire en effet, il ne se passe pas grand'chose, et pour alimenter la curiosité des lecteurs, on pouvait se demander si les actions les plus ordi-

naires n'allaient pas être transformées en gestes perpétuellement héroïques. La solitude absolue, la séparation complète du reste du monde, qui étaient le lot des explorateurs polaires d'autrefois, avaient certainement des avantages, car elles permettaient de travailler en paix. Disons-le tout de suite, ces écueils, que redoutaient certains, paraissent avoir été évités par les membres de l'expédition Byrd. Il y eut bien des messages qui nous parurent un peu puérils — ou un peu « m'as-tu-vu » — mais ils furent l'exception. Et au point de vue radiotélégraphique, ce fut une belle performance de relier chaque jour, à 18.000 kilomètres de distance, Petite-Amérique avec les Etats-Unis, et de transmettre, au cours de l'expédition, plus d'un million de mots.

Grâce à ces messages de presse, et sans même attendre le retour de l'expédition, toute son histoire a pu être écrite en détail par W. L. G. Joerg, de l'American Geographical Society (*The Work of the Byrd Antarctic Expedition*, 1928-1930). Ce fut là aussi un record.

Le 28 décembre 1928, les deux navires de l'expédition, le *City of New-York* et l'*Eleanor Bolling*, atteignent sans trop de peine la baie des Baleines, le matériel est débarqué, les cabanes construites.

Le 15 janvier 1929 commencent les premiers vols. Vols d'essai des appareils, tout autour de Petite-Amérique, qui permettent simplement, tout en familiarisant les pilotes avec les conditions de l'été antarctique, de voir l'aspect de la Barrière de Ross, et de sa bordure septentrionale, découpée de baies profondes.

On sait que toute la partie australe de la mer de Ross, entre les montagnes de la Terre Victoria à l'ouest et la Terre Edouard VII à l'est, est recouverte d'une sorte de glacier plat, horizontal, se terminant dans la mer par une falaise verticale, loin de sa ligne de rivage réelle, qu'il masque complètement[1]. C'est à ce glacier spécial que les géographes français continuent à donner le nom de *barrière*, comme l'avait dénommé Ross, qui l'a découvert en 1841. La Barrière de Ross couvre une superficie supérieure à celle de la France. En dehors de la zone crevassée qui longe les terres sur une largeur de 15 à 20 kilomètres, la surface de la Grande Barrière est, dans l'ensemble, remarquablement horizontale et régulière. Sa falaise marginale a une hauteur au-dessus de la mer variant de 2 mètres (rarement rencontrée) à 50 mètres ; elle se tient généralement entre 30 et 50 mètres. Auprès de la Terre Victoria et de la Terre Edouard VII, cette barrière, dont l'épaisseur totale est de 300 à 400 mètres, repose en plusieurs points sur le sol. Mais, au milieu, des sondages exécutés près de la falaise qui la borde ont accusé des profondeurs variant de 500 à 800 m. La Barrière de Ross flotte donc sur une étendue assez grande, au moins dans sa partie septentrionale.

Lorsque ces vols d'essais eurent permis de mettre au point les appareils, Byrd jugea que la saison était trop avancée pour entreprendre son vol vers le pôle. Jusqu'au début de l'hiver, il se contenta d'explorer la Terre Edouard VII et ses dépendances, sur lesquelles on n'avait encore que des notions incomplètes.

Le 17 janvier, il reconnut le Scott Nunatak et les monts Alexandra, découverts par Scott en 1902. Plus au sud, il aperçut une chaîne de collines de 150 à 600 mètres de hauteur, qu'il appela les Monts Rockfeller.

En février, il découvrit que la Terre Edouard VII se prolonge vers l'est par une terre nouvelle, la Terre Mary Byrd, beaucoup plus élevée que la Terre Edouard VII, et dont les sommets atteignent 3.000 mètres.

Le 7 mars, le géologue de l'expédition, Lawrence M. Gould, se fit débarquer en avion au pied des Monts Rockfeller afin d'en entreprendre l'étude géologique. Cette chaîne de montagnes forme une série de pics granitiques, isolés les uns des autres ; la neige recouvre entièrement la moitié d'entre eux ; si toute la glace qui les entoure et qui les relie les uns aux autres disparaissait, ils formeraient en réalité un chapelet d'îles. Malheureusement l'avion, qui avait transporté Gould et ses compagnons, fut complètement détruit par une tempête, ainsi que le poste de T. S. F. qui leur permettait de rester en communication avec Petite-Amérique. Byrd partit à leur secours le 18 mars avec un autre avion, et, le 22, tout le monde était de retour sain et sauf à la base.

Ce furent là les derniers vols du premier été. L'hivernage se passa sans incidents et ressembla à tous les hivernages polaires. Les cieux de la longue nuit d'hiver étaient fréquemment illuminés par les aurores australes. Les observations régulières météorologiques et magnétiques s'ajoutèrent aux séries déjà recueillies par les précédents observateurs dans ces parages C'était là un travail patient et apparemment sans gloire, mais dont les résultats ne sont pas moins féconds pour la science que ceux d'un raid brillant et rapide. La T. S. F. continuait à envoyer tous les jours le compte rendu de la vie monotone des explorateurs.

Dès le retour du printemps, Byrd et ses compagnons se préparèrent au vol vers le Pôle sud, but principal de l'expédition. Il ne s'agissait nulle-

1. Voir *Les Régions polaires* (Collection Emile Borel, Félix Alcan, éditeur).

ment d'ailleurs d'aller vers l'inconnu. On suivrait exactement la route suivie par Amundsen en 1911; on savait qu'il faudrait voler au-dessus du plateau polaire dont l'altitude dépasse 3.000 mètres. Cette altitude, qu'il fallait atteindre, fixait une limite à la charge de l'avion et l'empêchait de faire le vol aller et retour sans escale : il était nécessaire de constituer un dépôt intermédiaire d'essence, d'huile et de vivres, ce qui fut fait du 18 au 20 novembre, toujours en avion, au pied des montagnes qui bordent le plateau polaire, par 85° de latitude.

Au cours de ce vol préliminaire, Byrd reconnut que la Terre Carmen, qu'Amundsen avait cru voir dans le lointain entre la Terre Edouard VII et le plateau polaire, n'existe pas. Cependant, une zone crevassée, située vers le 81e degré de latitude, permet de supposer que la barrière repose à cet endroit sur le sol, et le problème des limites orientales de la barrière de Ross est loin d'être définitivement résolu.

Le 28 novembre, le temps étant favorable, Byrd quitta Petite-Amérique à bord du Ford trimoteur, avec Balchen comme pilote, June comme radio-télégraphiste, et Mc Kinley comme photographe.

La distance au Pôle sud, aller et retour, était de 1.600 milles.

Au-dessus de la barrière, le vol ne présentait pas de difficulté particulière. Mais, après 400 milles, il fallait escalader le plateau. Le poids de l'avion ne permettait pas de dépasser 3.500 mètres d'altitude. Il ne pouvait donc être question de passer franchement au-dessus des montagnes de la bordure du plateau, dont les sommets atteignent 4.500 mètres. Il fallait profiter d'une vallée, la vallée du glacier Axel Heiberg reconnue par Amundsen.

Les nuages, qui parfois cachaient les sommets, rendaient la route dangereuse; les tourbillons d'air qui s'engouffraient dans les vallées ajoutaient encore aux difficultés; il fallut lutter contre le vent contraire, comme avaient eu à le faire tous les explorateurs qui escaladèrent le plateau, car la descente du vent le long des pentes d'un inlandsis est un phénomène constant et caractéristique. Pour gagner l'altitude voulue, Byrd dut jeter par-dessus bord quelques sacs de vivres.

Enfin le plateau fut atteint. Ce n'était plus qu'un jeu de parcourir les 150 milles qui restaient jusqu'au pôle. A leur pied, le plateau polaire, descendant en pente très douce vers le pôle, présentait ses solitudes glacées sur lesquelles avaient tant peiné en 1911 Amundsen et ses chiens, et surtout l'héroïque Scott et ses compagnons, qui traînaient eux-mêmes leurs traîneaux, et qui devaient tous mourir au retour avant d'avoir regagné leur base de départ. Dans l'est, Byrd revoyait les sommets de la chaîne Maud, découverte par Amundsen, dont les points culminants atteignent 4.700 mètres d'altitude.

Au pôle même, Byrd envoya un message par T. S. F. qui fut capté à New-York, et reproduit le jour même dans le *New-York Times* :

« En vol, 1 h. 55 P. M. Greenwich Time. Vendredi 29 novembre. Mes calculs indiquent que nous avons atteint le Pôle sud. Nous volons à haute altitude. Bientôt nous retournerons vers le nord. »

En même temps, il laissait tomber le pavillon des Etats-Unis, lesté par une pierre prise sur la tombe du pilote Bennett, qui l'avait accompagné au cours de son vol au Pôle nord et de son vol transatlantique et qui avait trouvé la mort dans un accident d'avion. Puis en l'honneur d'Amundsen, il laissa tomber le pavillon norvégien, en l'honneur de Scott le pavillon britannique, et, par amitié pour la France, le drapeau français.

Le retour se fit sans incident. Une courte escale d'une heure auprès du dépôt disposé au pied du glacier Axel Heiberg permit de prendre la quantité d'essence et d'huile nécessaire pour regagner Petite-Amérique, où ils arrivèrent, toujours par beau temps, le 29 novembre, 19 heures après l'avoir quittée.

Non seulement Byrd avait accompli un exploit sportif remarquable, et était désormais celui qui a survolé les deux pôles de la terre, mais son photographe Mc Kinley, favorisé par un temps superbe, rapportait une collection merveilleuse de photographies et de films cinématographiques.

Byrd et ses compagnons ne se contentèrent pas d'ailleurs de cet exploit aérien qui aurait suffi à leur gloire. Ils voulurent que leur séjour d'une année dans les glaces fût aussi profitable à la science que celui des expéditions antérieures. Non seulement les savants de l'expédition, physiciens et naturalistes, rivalisèrent de zèle pour réunir des collections d'observations intéressantes et nouvelles, mais encore ils accomplirent un raid à pied du 4 novembre 1929 au 19 janvier 1930 vers les montagnes qui bordent le plateau polaire, afin d'étudier en détail leur constitution géologique, ce que n'avait pu faire Amundsen qui les avait découvertes au cours de son voyage rapide vers le pôle.

Ce fut encore le géologue Laurence M. Gould qui dirigea cette expédition, organisée dans le style classique avec des traîneaux et des chiens, des groupes successifs chargés de constituer des dépots de vivres sur la route, et aussi avec un poste de T. S. F. pour rester en contact avec Petite-Amérique. Parti plusieurs jours avant le

départ de Byrd pour le pôle, Gould put d'ailleurs donner d'utiles renseignements sur le temps qu'il faisait dans le sud, et dont les caractères étaient essentiels au succès. Gould découvrit que la chaîne Maud, et en particulier le Mont Nansen, haut de 4.500 m., est formé d'un grès (*Beacon Sandstone*) analogue à celui qu'on a trouvé dans les montagnes de la Terre Victoria, et dans lequel s'intercalent des lits de schistes houillers. On a pu en conclure que toutes les terres que recouvrent les glaces du plateau polaire ne sont qu'un vaste champ de houille.

De nouveaux vols en avion permirent de compléter la carte du voisinage de Petite-Amérique et de la Terre Edouard VII. Le 5 décembre 1929, Byrd, au cours d'un vol de plus vaste envergure que ceux qui avaient été accomplis dans ces parages, s'avança vers l'est jusqu'au 145e degré de longitude ouest. Il photographia la côte de la Terre Edouard VII et de la Terre Mary Byrd, qui remonte au moins jusqu'à la latitude de 74°, et qui est bordée d'une barrière de glace (*shelf ice*) et d'un pack impénétrable parsemé d'icebergs. Il y a dans ces parages une accumulation de glaces que les courants et la configuration du relief sous-marin rendent permanente et qui a toujours rejeté très au large les navigateurs. A l'intérieur, d'imposantes montagnes de 3.000 mètres de haut émergent d'une calotte de glace.

Le 21 janvier 1930, Byrd explora le sud-ouest de Petite-Amérique dans le but de vérifier s'il n'y avait pas quelque terre sur laquelle s'appuierait la Barrière. L'indentation permanente dans le bord de la Barrière observée par les différents explorateurs à plusieurs années de distance, et appelée Discovery inlet, pourrait être expliquée en effet par un accident du sol sous-marin, émergeant peut-être jusqu'à la surface. Bien que la Barrière soit en cet endroit crevassée et boursouflée par places, aucun rocher visible n'apparut.

Ce fut là le dernier vol important de Byrd. Le 18 février 1930, le *City of New-York* revint à la Baie des Baleines, après des difficultés assez nombreuses dans le pack de la mer de Ross, et rapatria tout le personnel qui avait passé près de 14 mois à Petite-Amérique.

Au point de vue géographique, les résultats les plus saillants de l'expédition furent la découverte de la Terre Mary Byrd, et la constatation de l'inexistence de la Terre Carmen qu'Amundsen, trompé par un de ces mirages si fréquents dans les régions polaires, avait cru apercevoir, à la limite orientale de la mer de Ross. Il n'est donc pas impossible, puisqu'il n'existe pas de terre dans ces parages, que la mer de Ross, par la Grande Barrière, se rejoigne à la mer de Weddell, ainsi qu'Otto Nordenskiold en avait émis l'hypothèse, il y a plusieurs années.

Les Américains attribuèrent aussi à l'expédition Byrd une importance politique. On sait que diverses puissances ont établi leurs droits de souveraineté sur certains secteurs antarctiques. L'Angleterre, qui a donné l'exemple, s'est attribué l'Antarctide Américaine sous le nom de Falkland Dependency, et sous le nom de Ross Dépendency le secteur de la mer de Ross. La France a proclamé ses droits sur la Terre Adélie, découverte par Dumont d'Urville, et a accepté sans protester que les nombreux explorateurs français qui ont découvert une grande partie de l'Antarctide Américaine, aient travaillé pour le roi d'Angleterre. Les Norvégiens ont réclamé l'Ile Bouvet, découverte elle aussi par un navigateur français, l'île Pierre Ier, et la Terre Enderby. La République Argentine voudrait les Orcades du sud.

Or la Terre Mary Byrd, découverte par Byrd, est située à l'est du 150e méridien ouest, qui forme la limite de Ross Dependency. Les Etats-Unis peuvent donc s'attribuer la possession de cette terre. Il parait que c'est là une question importante. On ne le croirait pas, quand on considère toutes les difficultés plus proches de nous que les diplomates ont à résoudre.

J. Rouch.

BIBLIOGRAPHIE.

Captain Sir Hubert Wilkins : The Wilkins-Hearst Antarctic Expedition, 1928-1929. *The Geographical Review*, vol. XIX, 1929. — Id. : Further Antarctic Explorations. *The Geographical Review*, vol. XX, 1930.

Charcot (J.-B) : « Charcot Land » 1910, and 1930. *The Geographical Review*, vol. XX, 1930.

Isaiah Bowman : Antarctica. *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. LXIX, n° 2, 1930.

Joerg (W.-L.-G.) : Two Polar Maps, With notes on recent Polar Exploration. *American Geographical Society*, Special publication, n° 11, 1930.

Joerg (W.-L.-G.) : The Work of the Byrd Antarctic Expedition, 1928-1930. *American Geographical Society*, 1930.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Kraitchik (M.), *Agrégé à l'Université de Bruxelles. — Actuaire de la Sofina* « **La Mathématique des jeux ou récréations mathématiques** ». — 1 *vol. in*-8° *de* 576 *pages, Imprimerie Stevens, Bruxelles,* 1930. *Prix : broché,* 110 *fr.*

Les nombres et les figures géométriques donnent lieu à d'innombrables combinaisons qui sont l'objet de jeux, de devinettes, d'énoncés de problèmes d'allure singulière, paradoxale ou amusante, qui excitent la curiosité d'abord et la recherche ensuite. Ces recherches curieuses nécessitent souvent beaucoup d'esprit de finesse. Ce sont donc d'utiles exercices que n'ont pas dédaignés les plus grands mathématiciens, tel Euler par exemple, car Diderot qui ne sait s'il y a quelque rapport entre l'esprit du jeu et celui des mathématiques, sait par contre qu'il y en a beaucoup entre le jeu et les mathématiques. Pour Joseph Bertrand d'ailleurs, « ces recherches purement curieuses ne doivent pas être tenues pour un vain et inutile amusement ».

Aussi le sujet a tenté beaucoup d'auteurs. Qui ne connaît, en effet, « Les *Problèmes plaisants et délectables qui se font par les nombres* » du sieur Bachet de Méziriac au XVII^e^ siècle, les Récréations Mathématiques d'Ozanam au XVIII^e^ siècle, les Récréations mathématiques de Lucas au XIX^e^ siècle, et plus près de nous encore, les Récréations mathématiques de Rouse Ball qui, en France, ont déjà vu deux éditions.

Leibnitz qui souhaitait qu'on eût un cours entier de jeux traités mathématiquement a donc eu satisfaction et M. Kraitchik comble aujourd'hui amplement son vœu.

Mais pour écrire un tel ouvrage il faut être spécialement doué. M. Kraitchik est déjà bien connu par ses recherches sur la Théorie des Nombres et de plus, depuis 1925, il est chargé de la rubrique « Récréations mathématiques » dans l'Echiquier, il est enfin un prodige du calcul mental, et un joueur d'échecs émérite. Il était donc naturellement destiné à nous donner l'important ouvrage dont il s'agit ici.

Il est évidemment impossible d'examiner tous les jeux, mais on peut en examiner un grand nombre, pour en dégager certains principes, ce qui est le but que s'est imposé l'auteur. On peut subdiviser les jeux en deux grandes catégories : jeux de calcul et jeux de situation. De là la division de l'ouvrage en deux parties : la première contient les jeux où le calcul intervient directement, tels que le Nim, la bataille des nombres, ainsi que les jeux de hasard où le calcul s'applique sous la forme du calcul des probabilités. L'auteur y classe aussi toutes les questions divertissantes et curieuses se rattachant au calcul. Dans les jeux de situation, le calcul quoique n'étant pas absolument éliminé, ne joue qu'un rôle accessoire; parmi eux M. Kraitchik discerne les jeux de position où il range les jeux où le matériel varie, tels les jeux d'échecs, de dames, et les jeux de permutation où le matériel demeure invariable; tels le taquin, le halma, certains jeux de patience. Cette classification peut paraître arbitraire. Ainsi le jeu de domino est à la fois un jeu de permutation et un jeu de position, et même un jeu de calcul suivant le point de vue d'où on le considère. Il faut pourtant se décider : l'auteur le classe parmi les jeux de position.

Parmi la grande variété de jeux examinés dans le livre, il faut noter spécialement le Tricolor parce que s'il n'est ni plus facile ni plus difficile qu'un autre, il est d'une nature différente où des idées nouvelles trouvent leur application dont certaines y sont matérialisées pour la première fois.

On doit citer aussi le chap. VI où l'on trouvera un exposé remarquable de la question des carrés magiques et le chap. IV « Arithmologie » qui trouverait sa place dans un ouvrage sur la théorie des nombres et qui sera celui qui plaira le plus aux mathématiciens auxquels d'ailleurs aucun des 9 chapitres qui composent la 1^re^ partie et des 9 autres formant la deuxième ne restera indifférent.

Comme l'a écrit M. d'Ocagne, par lui-même et non pas seulement à titre de guide en toute espèce de jeux, ce livre apparaît comme une source de distraction; il offre à notre curiosité des aliments de choix sous une forme excellente, et il entr'ouvre aux yeux des non initiés des horizons pleins d'attraits sur les mathématiques; seule la table des matières est capable d'en montrer la richesse.

Si les mathématiciens y trouveront de la mathématique de choix, les joueurs y trouveront beaucoup de jeux et peu de mathématiques. Nul doute donc que ce livre sera beaucoup lu et par tous, avec plaisir. Que grâces en soit rendues à l'insigne « vir arithmeticus » qui l'a écrit et présenté avec tant de soins.

L. POTIN.

*
**

Annales de l'Institut Henri-Poincaré, *éditeur :* les Presses universitaires de France, *fascicule* 2 *de* 126 *p., vol.* I. (*Prix du fascicule :* 30 *francs.*)

La première étude donnée dans ce fascicule est due à M. de Donder sur la gravifique einsteinienne. Elle comporte l'exposé succinct de 6 conférences qu'il a faites à l'Institut en novembre et décembre 1929, ayant respectivement pour objet : I. Le champ gravifique massique; II. Le champ gravifique électromagnétique; III. Application à la mécanique ondulatoire; IV. Electrodynamique des corps en mouvement; V. Electromagnétostriction et thermodynamique relativis-

tes. VI. Synthèse où il s'est efforcé de montrer que la relativité générale fournit un instrument parfaitement adapté à l'étude de ces problèmes. Contrairement à une opinion assez répandue, la gravifique einsteinienne ne doit pas être modifiée : comprise dans un sens suffisamment large, elle demeure en harmonie avec les théories les plus modernes de la mécanique ondulatoire.

La deuxième étude est de M. G. Polya sur quelques points de la théorie des probabilités. Elle reproduit les leçons faites à l'Institut Henri-Poincaré en mars 1929. Elle comprend deux parties. Dans la première, il s'agit d'une propriété caractéristique de la loi de Gauss et dans la deuxième de quelques autres lois de fréquence. Ces dernières ressemblent à la loi de Gauss en ce qu'elles résultent, elles aussi, de la superposition d'un très grand nombre de petits effets fortuits mais elles en diffèrent en ce que ces effets fortuits ne sont pas indépendants. Dans la première partie, l'auteur donne les démonstrations en détail; dans la deuxième les problèmes sont présentés d'une manière intuitive et quant aux démonstrations, il se borne parfois à indiquer la marche à suivre.

La troisième étude est la conférence faite par M. P. Levy sur le théorème fondamental de la théorie des erreurs. D'après ce théorème, l'erreur accidentelle, commise dans la mesure d'une grandeur physique, obéit à la loi de Gauss.

La dernière étude de ce second fascicule, sur quelques applications des équations intégrales, est due à M. Kostitzin. Il arrivait souvent à H. Poincaré dans ses dernières années de tenir des propos profondément sceptiques, parfois pessimistes. Il voyait la fragilité des théories physiques et la nécessité des coups de pouce nécessaires pour mettre une théorie en concordance avec l'expérience et se rendait compte qu'on pouvait toujours sauver une théorie par un coup de pouce bien choisi et bien appliqué. C'est précisément d'un coup de pouce donné à la mécanique et à la physique mathématique sous la forme de la physique héréditaire créée par M. Volterra dont l'auteur va s'occuper. La physique héréditaire de M. Volterra est une tentative pour résoudre ou amoindrir les difficultés qui résultent de l'antinomie ancienne entre la physique ordinaire et la physique moléculaire, entre la mécanique des corps bruts et la mécanique statistique.

L. Potin.

*
**

The Mathematical Papers of sir William Rowland Hamilton, *edited for the Royal Irish Academy, by* A. W. Conway et J. L. Synge. — 1 *vol. relié* 22×31 *cm. de* 534 *pages. Cambridge University Press*, 1931. *(Prix : 50 sh.)*

Sir William Rowlan, Hamilton, astronome irlandais, né à Dublin en 1805, mort à Dunsink en 1865, débuta en 1822 par la présentation à Brinkley, astronome royal, d'un mémoire sans importance sur les contacts des courbes et des surfaces algébriques, qui fut suivi peu après, en 1823, de son premier travail original, Theory of Systems of Rays; deux compléments furent ajoutés en 1831, puis en 1832. En 1837, il publie une note sur le principe de la moindre action, en 1834 et en 1835 il donne sa General Method in Dynamics. Hamilton est surtout connu par son invention des Quaternions, très bel instrument de calcul, qui fut connu antérieurement par Gauss; mais rien de ce qui concerne cette question ne fut publié du vivant de ce dernier mathématicien. Argand (1768-1822), ce petit employé de commerce genevois qui découvrit la représentation géométrique des imaginaires indépendamment de Wessel et de Küln, ceux-ci le précédèrent de fort peu, et qui ne laissa aucun autre écrit mathématique, avait eu l'idée des quaternions avant Hamilton, mais n'avait pas réussi à les construire.

Hamilton passe pour être d'une lecture pénible. La bibliothèque de Trinity College à Dublin, possède ses nombreux manuscrits inédits et le vœu été maintes fois exprimé qu'ils soient publiés. Ce travail est commencé. Le tome I de ses œuvres, orné au frontispice d'une fort belle héliogravure le représentant avec son jeune fils, et qui sera suivi de trois autres volumes, débute par l'éloge que prononça Charles Graves lors de ses funérailles. Une introduction explique ensuite la disposition du volume, consacré à ses travaux d'optique géométrique. Il est ingénieusement divisé en trois parties : travaux principaux, travaux moins importants, publication de mémoires inédits.

Les travaux principaux concernent la théorie des systèmes de rayons : ils sont exposés dans deux parties et trois suppléments; les mémoires moins importants (deuxième partie) sont : vues générales sur l'optique mathématique; une fonction caractéristique en optique géométrique; méthode nouvelle de recherche au sujet des normales des surfaces, résultats concernant la courbure de l'ellipsoïde; effet de l'aberration dans l'interférence prismatique; durée du passage de la lumière à travers un prisme; méthode générale pour exprimer les trajectoires des rayons lumineux et des planètes, par les coefficients de la fonction caractéristique; distances focales et aberrations dans les lentilles; établissement de l'équation de la surface des ondes de Fresnel. Dans la troisième partie on relève : sur les caustiques, recherches optiques; fonction auxiliaire T relative aux télescopes dans divers cas spéciaux; l'aberration dans un instrument d'optique de révolution; épreuve d'un double objectif achromatique.

Cette publication de grand luxe, faite avec un soin minutieux, magnifiquement imprimée, honore grandement ses auteurs, la Royal Irish Academy et l'University Press de Cambridge.

R. de Montessus de Ballore,
Docteur ès Sciences.
Lauréat de l'Institut.

*
**

Enriques (F.), *Professeur à l'Université de Rome.* — **Leçons de géométrie projective.** — 1 *vol. in-8° de*

430 *p., avec* 186 *fig. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1930. (*Prix, broché :* 60 *francs.*)

On peut diviser les propriétés géométriques en deux grandes catégories : les propriétés graphiques relatives aux notions de droite, de plan, etc..., les propriétés métriques relatives aux notions de distance.

Ces deux catégories de propriétés géométriques proviennent de deux formes de l'intuition spatiale l'intuition graphique l'intuition métrique, confondues dans une intuition complète et unique de l'espace, mais pouvant être distinguées par une analyse subjective. Elles se rattachent à deux groupes de sensations : les sensations visuelles; les sensations tactiles et musculaires.

La géométrie projective a pour objet l'étude des propriétés graphiques; elle introduit seulement des postulats graphiques et exclut systématiquement l'emploi de considérations métriques dans la démonstration des théorèmes quoique ayant pourtant des relations intéressantes avec la géométrie métrique. Mais celles-ci forment l'objet d'applications de la géométrie projective.

S'inspirant des travaux de Pasch et de Hilbert, M. Enriques édifie un système de postulats propres à la géométrie projective dans le sens qui vient d'être indiqué; ces postulats ont une forme générale; en effet, à toute propriété de l'une des formes fondamentales de première espèce [ponctuelle, faisceau de rayons, de plans] en correspond une dans chacune des deux autres formes; à toute propriété de l'une des formes fondamentales de deuxième espèce (plan ponctuel, plan réglé, gerbe de rayons, gerbe de plans) en correspond une dans chacune des trois autres et à toute propriété de l'une des formes fondamentales de troisième espèce (espace ponctuel, espace de plans) en correspond une dans l'autre. Or, ces propriétés sont analogues et ces postulats analogues peuvent être formulés en un seul postulat plus général. Ainsi deux postulats analogues relatifs l'un à l'espace ponctuel, l'autre à l'espace de plans, peuvent s'exprimer par un axiome unique relatif aux formes de troisième espèce. Par exemple les deux postulats : deux points déterminent une droite à laquelle ils appartiennent et deux plans déterminent une droite à laquelle ils appartiennent, s'expriment simultanément de cette façon : dans une forme de troisième espèce, deux formes fondamentales déterminent une forme de première espèce à laquelle elles appartiennent. On peut de cette manière bâtir toute la géométrie projective synthétique sur 5 postulats.

M. Enriques montre en outre que les propriétés métriques ne sont que des relations projectives entre les figures et un ensemble de configurations spéciales qu'on appelle l'Absolu (le plan à l'infini et la polarité orthogonale).

L'ouvrage comporte l'étude générale de la projectivité dans les formes fondamentales de première, deuxième et troisième espèces, la théorie des coniques, des quadriques réglées et des cubiques gauches.

La publication italienne qui a d'abord paru en 1898 est aujourd'hui à sa quatrième édition. Après une traduction allemande en 1903 la présente traduction, de M. Labérenne, comble heureusement une lacune dans la littérature mathématique française qui ne possédait sur la question que la géométrie de position de Favaro datant de 1879 et la librairie Gauthier-Villars a été bien inspirée de nous la donner.

L. Potin.

2° Sciences physiques.

Rosseland (S.), — **Astrophysik auf atomtheoretischer Grundlage.** — 1 *vol. in-8° de* 252 *p., édité chez Julius Springer à Berlin* (*Prix : broché,* 19,80 *m.; relié,* 21,20).

L'importante collection « Struktur der Materie » vient de s'enrichir d'un volume nouveau consacré à l'Astrophysique. C'est un ouvrage relativement peu étendu et le lecteur ne devra pas y chercher un traité complet de cette science : il en est d'ailleurs averti par le sous-titre, d'après lequel il s'agit uniquement des théories de l'Astrophysique telles que les ont façonnées les idées atomistiques modernes.

Même restreint ainsi, le sujet est encore fort vaste, et l'auteur a cherché, en réalité, à écrire un résumé de nos idées théoriques sur la structure et la physique des étoiles et des nébuleuses : le Soleil lui-même n'intervient que comme une étoile particulière.

Ce sujet difficile a suscité depuis quelques années bien des efforts et soulevé bien des controverses : les noms d'Eddington, de Jeans, de Milne, de Russell et de bien d'autres resteront attachés à ces intéressantes tentatives qui ont, pour ainsi dire, renouvelé entièrement la nature même des problèmes. Il était particulièrement indiqué de « faire le point » en précisant l'état actuel des questions : c'est ce que l'auteur a su réaliser avec la plus grande compétence et une réelle impartialité. S'il ne ressort pas de son exposé des conclusions définitives, le lecteur en retirera tout au moins le sentiment très vif du retentissement étonnant des théories atomistiques quantiques les plus hardies et les plus récentes sur l'astronomie d'aujourd'hui, et aussi du chemin qui reste à parcourir pour asseoir nos raisonnements cosmogoniques sur une base vraiment inattaquable.

Les principaux chapitres de l'ouvrage sont les suivants : bases physiques du problème de l'intérieur des étoiles; hydrodynamique stellaire; énergétique et histoire du développement des étoiles; physique des atmosphères stellaires; le problème des nébuleuses.

Ce livre ajoute une pierre nouvelle à l'édifice imposant que les astrophysiciens allemands cherchent à élever à la gloire de leur science : ils sont en train, en effet, de publier une vaste encyclopédie d'Astrophysique (avec la collaboration de quelques collègues anglais) et ils viennent de fonder un journal d'Astrophysique. Ils cherchent, en un mot, à

suivre les traces de la grande école d'Astrophysique anglaise et américaine. Il y a là un exemple à méditer et à suivre.

Eugène Bloch.

***

Newman (F. H.), *Professeur de Physique à l'University College d'Exeter.* — **Electrolytic Conduction.** — 1 *vol. in*-8° *de* XII-441 *p. avec* 71 *fig. (Prix cart. :* 25 *sh.). Chapman and Hall,* 11, *Henrietta Street, Londres,* 1930.

Depuis quelques années, les phénomènes qui accompagnent le passage de l'électricité à travers les électrolytes ont suscité un regain d'attention parmi les physiciens et les physico-chimistes. Debye et Hückel[1] ont formulé une théorie qui, dans certaines conditions, rend compte d'une façon satisfaisante de la conductivité électrique des électrolytes, et le succès de leurs efforts a stimulé un certain nombre de chercheurs à étudier plus à fond cette question. Malgré tout, nous n'arrivons pas à concevoir clairement pourquoi un électrolyte se dissocie, et nous ne trouverons sans doute pas d'explication complète avant d'avoir mesuré avec une beaucoup plus grande précision les propriétés des électrolytes en solutions aqueuses et non aqueuses.

Dans cet ouvrage, l'auteur a voulu rassembler et résumer l'ensemble de nos connaissances actuelles sur ce sujet, éparses dans un grand nombre de périodiques. Il débute par un chapitre introductif sur les principes de Thermodynamique qui seront utilisés ensuite, puis il expose en détail les diverses propriétés des solutions électrolytiques aqueuses et non aqueuses : conductivité, migration des ions, équilibre ionique homogène, force électromotrice, électro-capillarité, polarisation, résistance, avec les résultats d'un grand nombre de mesures. Le livre se termine par un chapitre sur les théories modernes de la conduction électrolytique, en particulier celle de Debye et Hückel et celle d'Onsager, et quelques indications sur les applications techniques de l'électrolyse.

Le volume est accompagné d'une abondante bibliographie et de deux tables très détaillées.

L. B.

***

Gosselin (A. et M.). — **Constitution et Thermochimie des Molécules.** — 1 *vol. in*-8° *de* 231 *pages.* Les Presses universitaires, *Paris,* 1930.

La théorie élémentaire de la valence sur laquelle ont reposé jusqu'ici nos formules de constitution, se présente avec un caractère de simplicité presque déconcertant et en somme avec les seules valences du C, de l'Az, de l'O, de l'H et des halogènes il a été possible de prévoir *a priori* l'existence des différents corps de la chimie organique. Grâce à la notion de valence on a pu créer une classification rationnelle de nombreuses substances. Les résultats ont été splendides.

Mais il est aujourd'hui reconnu que la correspondance invoquée entre les produits synthétiques et leurs formules n'existent plus même après le perfectionnement apporté par la stéréochimie.

De là tous ces essais de théorie qui établissent la notion de valence sur de nouvelles bases et les conférences actuelles à la Société Chimique de France sur ces théories traduisent la nécessité d'apporter de nouveaux points de vue.

MM. A. et M. Gosselin, s'inspirant des théories de Werner n'ont pas hésité à apporter de nouvelles formules de constitution.

Pour les établir, ils admettent que les molécules des éléments, comme des composés interviennent d'une façon directe dans la constitution moléculaire, en conservant leur structure et leur énergie interne dans le nouvel assemblage. De plus les molécules organiques sont formées par un atome central de C possédant deux valences de natures différentes, auxquelles correspondent deux types de liaison.

A partir de là, MM. Gosselin ont établi d'une façon progressive les formules de constitution à l'état gazeux d'un certain nombre de substances.

Les molécules les plus simples comme celles des gaz carbonique, ammoniac, méthane, possèdent un moment électrique élevé; elles forment des dipôles en contradiction avec les formules symétriques anciennes; dans la conception nouvelle elles ont des formules dissymétriques.

On a relié les chaleurs de formation à leur formule de constitution en faisant intervenir un certain nombre de données expérimentales que les formules de MM. Gosselin permettent de réduire. Les nouvelles formules étendent singulièrement la fonction du type non saturé, elles font rentrer dans le même cadre toutes les réactions d'addition, font disparaître les migrations moléculaires, etc... Les nouvelles conceptions de MM. Gosselin présentent, on le voit, un gros intérêt.

Le présent travail aborde le problème de la constitution de la molécule en suivant l'expérience pas à pas. La Ire partie examine brièvement les idées actuelles et particulièrement les travaux de Wiénerk. La IIe partie aborde l'étude de la constitution moléculaire pour parvenir à quelques résultats généraux qui constituent une nouvelle théorie chimique très différente de la théorie de la valence, et applique cette théorie à la détermination des constitutions d'un grand nombre de molécules minérales et organiques. Dans une troisième partie sont étudiées les relations entre les constitutions ainsi déterminées et les chaleurs de formation des molécules à l'état gazeux et sont calculées les valeurs des chaleurs de liaison des atomes. Enfin, dans une dernière partie, sont groupés systématiquement les résultats obtenus afin de montrer leur intérêt pour l'étude du mécanisme des réactions chimiques.

Cet ouvrage ne constitue qu'un premier essai, il

1. Voir L. Brunet : Les nouvelles théories de la dissociation électrolytique. *Revue gén. des Sciences* du 15-31 août 1930, t. XLI, pp. 461-470.

reste aux auteurs à continuer l'établissement des formules des corps et à élargir le domaine de leurs applications.

L'œuvre de MM. Gosselin permet les plus larges espoirs et prépare à la chimie un nouvel essor. On ne peut donc qu'engager les jeunes chimistes à l'étudier et à l'approfondir.

L. Potin.

3° Sciences naturelles.

Bose (Jagadis Chader). — **Le mécanisme nerveux des plantes.** 1 *vol. grand in-8° de* 228 *pages avec nombreuses figures. Traduction* L. Monod-Herzen. *Gauthier-Villars et Cie (Prix : 45 francs.)*

Continuant à développer ses vues sur l'existence chez les végétaux d'un mécanisme analogue à celui qui porte le nom de système nerveux chez les animaux, l'éminent physicien de Calcutta. Sir Jagadis Chunder Bose résume sa façon de comprendre la genèse et le développement de pareil système hors des faits initiaux et incontestables de la contractilité, de l'activité périodique et de la conductibilité, trois aspects fondamentaux d'une même réaction protoplasmique fondamentale de l'organisme unicellulaire qui se manifeste aussi chez l'organisme multicellulaire.

Chez les végétaux une conductibilité existe qui peut acquérir un haut degré de perfectionnement et n'est point contestable. Elle a été expliquée par une conduction hydrodynamique (Pfeffer, Haberlandt) et aussi par le courant de transpiration, mais différentes considérations s'opposent à ce que l'on admette ces explications et, dit Bose, démontrent que chez la plante la propagation de l'influx est essentiellement pareille à celle de l'influx nerveux animal. Bose étudie de près les caractéristiques anatomo-histologiques du lien conducteur, la disposition, la constitution de celui-ci, les caractères communs à la conduction chez les végétaux et chez les animaux; il étudie les réactions du nerf (végétal isolé), l'action du courant électrique, la complexité de l'organe moteur, les réflexes, le temps perdu de ceux-ci. Bref, pour Bose, la plante a un système nerveux défini : mais si l'on voit par où l'excitation est conduite (phloème) rien n'indique où se trouve le cerveau ou plutôt le ganglion central.

A coup sûr, les méthodes de Bose et les appareils imaginés par lui sont fort ingénieux, et si on l'en croyait la sensibilité en serait prodigieuse. Mais on se demande ce que valent les décimales dans ses chiffres, comparées aux unités. Les méthodes d'amplification sont très ingénieuses : mais l'enregistrement initial est-il aussi assuré de précision? Il n'empêche que dans ce travail il y ait beaucoup d'ingéniosité, et que les vues émises par Bose soient de grand intérêt. Mais il faut considérer le problème comme étant encore à l'étude.

V.

4° Sciences médicales.

Cavazzi (Francesco). — **I. Le Système glandulaire et Vues nouvelles en médecine. — II. On peut rajeunir.** — *Paris, Gaston Doin, éditeur.*

Les initiateurs : Claude Bernard (« c'est l'Aigle qui fixe le Soleil! »).

Brown-Sequard : Gley (« le savant législateur et le génial ordonnateur de la matière »).

L'auteur, très renseigné sur la bibliographie endocrinienne moderne, notamment sur les brillantes écoles italiennes insiste sur deux notions capitales :

1° La notion d'harmonie fonctionnelle, en grande partie, assurée par le concours de toutes les sécrétions internes de l'organisme.

2° La notion, qui guidera la thérapeutique de l'avenir, et, d'après laquelle, il faut chercher dans le sang efférent des glandes à sécrétion interne les hormones stimulant les fonctions.

M. Cavazzi est parvenu à vaincre des difficultés d'ordre technique et rapporte déjà de beaux résultats thérapeutiques.

Sans me permettre une critique à un travail aussi fondamental, je ferai remarquer seulement que pour appliquer cette nouvelle forme de l'opothérapie, il est urgent que la clinique endocrinologique fasse de grands progrès. Tout l'art de la médecine consiste à poser des indications. Or les indications sont plus difficiles à poser en endocrinologie qu'en médecine générale, précisément pour la raison si bien mise en évidence par M. Cavazzi qu'à chaque moment l'harmonie fonctionnelle est obtenue par une intrication, difficile à débrouiller, d'inter-influences endocriniennes.

La thérapeutique pluriglandulaire qui a une vogue scandaleuse trouve une circonstance atténuante dans la difficulté des diagnostics. Aucun doute que les procédés de M. Cavazzi sont un progrès et marqueront une date dans l'histoire de la thérapeutique au XXe siècle.

René Porak.

5° Art de l'Ingénieur.

Imbeaux (Dr Ed.), *Ingénieur en chef des Ponts et chaussées, membre du Conseil supérieur d'hygiène publique de France.* — **Essai d'Hydrogéologie** (*Recherche, étude et captage des eaux souterraines*). — *Un vol. de* 678 *pages avec* 352 *figures.* (*Prix, broché : 270 fr.*) *Dunod, éditeur, Paris,* 1930.

Ce livre correspond à l'enseignement donné à l'Ecole des Ponts et Chaussées et au Conservatoire des Arts et Métiers par l'auteur.

Dans une matière aussi difficile que la recherche des eaux souterraines on n'a jamais trop de documents ni trop d'exemples à consulter. Un livre comme celui-ci, écrit par un maître dans la science hydrogéologique, est donc pour les ingénieurs extrêmement précieux.

L'utilité des eaux souterraines n'est plus à démontrer car elles peuvent servir à l'alimentation des

agglomérations humaines, à l'irrigation, à l'alimentation des industries. Pour ces divers buts, il est nécessaire de connaître quelles ressources en eaux on trouvera dans le sous-sol, en quelles quantités et de quelle qualité; mais dans d'autres cas, on a également besoin des mêmes connaissances parce qu'on a toujours à craindre les effets nuisibles de ces eaux, par exemple à l'occasion de l'établissement des fondations des constructions ordinaires, pour l'agriculture où il est nécessaire d'abaisser par le drainage le niveau trop élevé de la nappe phréatique, pour les mines dont il faut assurer les travaux à sec, pour les travaux publics, dans l'exécution des tranchées et tunnels.

La connaissance des eaux souterraines est donc absolument nécessaire aujourd'hui à l'ingénieur sanitaire, à l'ingénieur de travaux publics, à l'architecte, à l'agriculteur et à l'industriel. Ces usagers de l'eau auront d'ordinaire à faire une comparaison judicieuse entre les eaux souterraines et les eaux de surface et ils feront leur choix d'après les avantages respectifs des unes et des autres.

Le premier chapitre de l'ouvrage concerne les terrains et constitue un résumé de géologie établi en vue de l'étude plus spéciale du sujet. Le chapitre 2 concerne la provenance des eaux souterraines, le processus de leur infiltration et enfin leur circulation dans le sol. Le chapitre 3 est relatif à la formation des bassins hydrogéologiques et à la description des grands bassins de l'Europe occidentale et des Etats-Unis, à la formation des nappes aquifères et des sources. Le chapitre 4 enfin traite de la qualité des eaux souterraines, en rapport avec la nature des terrains.

Mais la science hydrogéologique est essentiellement une science expérimentale. Son étude resterait sans vertu s'il n'était pas possible d'offrir à ceux qu'elle intéresse des exemples concrets et vécus; c'est ce qu'a fort bien compris l'auteur et le chapitre 5 de son ouvrage, qui est le chapitre le plus important et le plus essentiel, est consacré aux propriétés hydrogéologiques des divers terrains dans certaines régions prises pour exemples, dans le Nord de l'Amérique et dans l'Europe.

C'est de cette étude tout particulièrement que pourront tirer profit les ingénieurs et tous ceux qui sont intéressés au problème de la captation des eaux. Ils trouveront ici une documentation de premier ordre qui simplifiera leurs recherches et leur permettra de poursuivre avec succès les études qu'ils auront à entreprendre.

Le nom de l'auteur lui-même est garant de la qualité et de l'importance des renseignements et conseils qu'ils pourront y puiser.

L. P.

6° Agriculture.

Passelègue (G.). — **Les machines agricoles, description et utilisation.** — 1 *vol. cartonné in*-12 *de* 380 *p. et* 199 *fig. Encyclopédie des connaissances agricoles. Librairie Hachette*, 1930.

Qu'il s'agisse de préparer le sol, d'épandre les engrais, d'ensemencer, d'entretenir les cultures, de récolter ou de préparer les récoltes, les machines viennent de plus en plus remplacer la main-d'œuvre, rare et chère, et réaliser une économie de temps, de travail et de matières, appréciables surtout dans la grande culture dont le rendement est calculé au plus juste. L'agriculteur qui veut tirer de son capital un rendement rémunérateur, trouvera dans cet ouvrage un guide précieux pour le choix, l'utilisation et l'adaptation aux travaux des champs des machines qu'il doit ou qu'il peut employer.

B.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Février 1931.

M. **Paul Pelseneer** est élu correspondant pour la section d'Anatomie et Zoologie en remplacement de M. **A. Brachet**, décédé.

Analyse mathématique. — Mlle **Marie Charpentier** : Sur les points de Peano des équations $y' = f$ pour lesquelles l'unicité de la solution est assurée d'un côté.

Astronomie. — M. **Benjamin Jekhowsky** : Formule précise et simple pour l'identification des petites planètes.

Chimie minérale. — MM. **L. Hackspill** et **J. Weiss** : Sur les hypophosphates de cœsium et de rubidium.

Chimie organique. — Mme **Ramard-Lucas** et Mme **Bruzau** : Absorption et réactivité de la fonction cétone. — MM. **A. Mailhe** et **Renaudie** : Transformation des butylènes en carbures liquides.

Chimie-physique. — Mme **Mathieu** et MM. **Mathieu** et **Paic** : Sur quelques réactions se produisant à l'état solide. — MM. **H. Muraour** et **G. Aunis** : Sur les lois de combustion des poudres colloïdales contenant de la vaseline. — M. **E. Rinck** : Sur une transformation allotropique du calcium à l'état solide. — MM. **E. Carrière** et **Raulet** : Contribution à l'étude des complexes argento-hyposulfites de sodium.

Chimie végétale. — M. **A. Brunel** : Présence de l'allantoïnase dans de nombreux champignons.

Cryptogamie. — M. **Roger Heim** : La spore chez les Iconybes : spécificité et variations.

Electricité atmosphérique. — M. **E. Mathias** : Sur la mort en foule des végétaux par l'éclair fulgurant.

Electro-optique. — M. **R. Zouckermann** : Décharges de haute fréquence dans l'azote en présence du mercure.

Géologie. — M. **Léon Moret** : Découverte du Purbeckien dans la chaîne du Semnoz, près d'Annecy (Haute-Savoie). — M. **V. Percbaskine** : Observations sur la géologie du Gabon.

Histoire des sciences. — M. **Potonniée** : Sur la découverte en Russie de lettres inédites de Nicéphore Niepce, inventeur de la Photographie.

Hydrodynamique. — M. **Georges Bouligand** : Sur le mouvement commençant d'une masse liquide.

Médecine expérimentale. — MM. **Edmond Sergent**, **A. Donatien**, **L. Parrot**, **F. Lestoquard** : Considérations étiologiques sur la théiléiriose bovine nord-africaine.

Pathologie animale. — MM. **J. Vergé** et **M. Vallée** : Le traitement des diarrhées des veaux par le bactériophage.

Pharmacologie. — M. **Raymond Hamet** : Influence pharmacologique de la substitution d'un groupe méthyle sur le carbone β du méthylamino — (para-oxyphényl) — carbinol.

Photo-électricité. — M. **G.-A. Boutry** : La surface caractéristique $i = f(F,V)$ d'une cellule photo-électrique à atmosphère gazeuse.

Photométrie. — MM. **J. Dourgnon** et **P. Waguet** : Propriétés photométriques des surfaces diffusantes rugueuses.

Physiologie. — Mme **L. Randoin** et M. **R. Lecoq** : Constitution d'un nouveau régime alimentaire pour l'étude des avitaminoses B, régime relativement peu riche en glucides et riche en lipides. — MM. **A.** et **R. Sartory** et **J. Meyer** : Phénomènes apportés par l'irradiation sur le tissu cutané et sur la glande génitale de lapin en fonction du mode d'application du rayonnement.

Physiologie végétale. — M. **St. Jonesco** : Formation des pigments anthocyaniques dans les plantules étiolées de Sarrasin et de Blé. — M. **E. Michel Durand** : Influence de la lumière sur la migration des matériaux nutritifs au moment de l'éclosion des bourgeons.

Physique biologique. — MM. **Jean Saidman**, **Roger Cahen** et **Jacques Forestier** : Action des champs électriques de très haute fréquence sur les tissus organiques.

Radio-activité. — M. **E.-L. Harrington** : Sur la nature des groupements d'atomes radio-actifs.

Théorie des vecteurs. — M. **J. Dournoff** : Sur les tenseurs fondamentaux d'une congruence rectiligne.

Thermodynamique. — M. **Jean Rey** : Des conditions de la meilleure utilisation de l'énergie des eaux chaudes, naturelles et industrielles. Observation de M. Georges Claude.

Séance du 23 Février 1931.

Analyse mathématique. — M. **Georges Giraud** : Sur certains problèmes concernant des systèmes d'équations d'un type elliptique.

Astronomie. — M. **Ch. Volet** : Application de la méthode des moindres carrés au calcul des orbites d'étoiles doubles.

Chimie agricole. — M. **Emile Saillard** : La fixité de la composition des végétaux, d'après Liebig, et la betterave à sucre née de sélections.

Chimie organique. — MM. **M. Battegay** et **L. Denivelle** : Sur les chlorosulfinates d'aryle et les sulfites d'aryle.

Cinématique appliquée. — MM. **d'Ocagne** et **J. Haag** : Sur la réalisation des mécanismes à roulement pur.

Cryptogamie. — Mme **Mara Lechtova-Trnka** : Sur la présence d'un Ascomycète dans un tubercule d'*Astragalus alopecuroïdes*.

Electricité. — M. **L. Dubar** : Influence des traitements thermiques sur les caractéristiques des redresseurs à l'oxyde de cuivre.

Electro-chimie. — MM. **G. Reboul** et **J. Sambussy** : Sur le passage du courant continu dans l'acétone.

Géologie. — M. **Paul Lemoine** : Résultats géologiques et hydrogéologiques d'un forage au Muséum national

d'histoire naturelle. — M. **Jean Lacoste** : Observations tectoniques sur le Rif méridional (région Moulay Bou-Chta).

Géométrie. — M. **V. Lalan** : Contribution à l'étude de la courbe de poursuite.

Géométrie différentielle. — M. **Paul Delens** : Sur les congruences de courbes.

Hydrodynamique expérimentale. — M. **R. Tremblot** : Sur l'étude des courants gazeux au moyen des interférences.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Novembre 1930.

M. **L. Genillon** : *Les lois de variation, avec le milieu, de la charge massique de l'électron et de l'intensité d'un courant électrique.* L'indépendance des charges électriques, à l'égard du milieu, est une hypothèse classique. Il eût été logique d'admettre — pense l'auteur — que si, à la même distance, la force électrique qui s'exerce entre deux charges électriques varie avec le milieu, c'est que les charges varient elles-mêmes. Partant de cette hypothèse, l'auteur arrive aux conclusions suivantes : La charge massique de l'électron est proportionnelle à la racine carrée de la perméabilité diélectrique du milieu. L'intensité d'un courant dans un conducteur qui traverse divers milieux n'a pas la même valeur numérique dans tous ces milieux. Le principe de la conservation de l'électricité ou principe de Lippmann n'est applicable qu'à un circuit fermé placé dans un milieu unique. La vitesse d'un courant de conduction est fixée par la relation de Maxwell : elle est égale à la vitesse limite du milieu. — M **C. Raveau** : *Sur l'utilisation des fleuves à leur embouchure.* Rectification à une communication antérieure. — M. **P. Bricout** : *Micromanomètre absolu à compensation électrostatique.* Cet appareil présente sur les meilleures jauges de Mac Leod le double avantage de ne pas mêler de vapeur de mercure au gaz étudié et de permettre des mesures continues. Il utilise le même principe que l'appareil de Kundsen.

Séance du 5 Décembre 1930.

M. **G. Claude** : *Sur mes essais à Cuba du procédé Claude-Boucherot.* L'auteur rappelle l'idée qu'il a conçue en 1926 avec M. Boucherot d'utiliser directement la différence de température entre la surface et le fond des mers tropicales en se servant de l'eau de mer elle-même, de la vapeur d'eau comme fluide moteur et en évitant toute transmission de chaleur à travers une paroi. Il suffit de faire bouillir l'eau de surface dans le vide, de condenser ses vapeurs à l'aide de l'eau de fond, d'intercaler une turbine sur le trajet de la vapeur entre le bouilleur et le condenseur. Le travail produit équivaut pratiquement à faire tomber l'eau de 100 m. de hauteur, ou de 75 mètres toute défalcation faite du travail nécessaire pour pomper l'eau froide, pomper l'eau chaude, extraire les gaz dissous. M. Claude décrit les difficultés auxquelles s'est heurtée la mise en application du procédé sur les côtes de Cuba en 1929 et 1930, difficultés qui ont fini par être surmontées. Les essais effectués en octobre ont montré qu'avec un tube de 2 m. normalement immergé à 1.000 m. de profondeur, et pour 24° d'écart entre l'eau de surface et l'eau du fond, on peut obtenir une puissance brute de 660 kw., soit 330 kw. bruts et 250 kw. nets par mètre cube d'eau froide par seconde.

Séance du 19 Décembre 1930.

M. **P. Chevenard** : *Régulateurs de température pour revenus isothermes. Etude dilatométrique des phénomènes de revenu dans les aciers trempés.* Les appareils décrits par l'auteur permettent de faire croître ou décroître à une allure déterminée la température d'un four à résistance, ou d'en maintenir la température constante aussi longtemps qu'on le désire. Le revenu des aciers trempés détermine des phénomènes d'ordre physicochimique, structural et banal, dont les manifestations se superposent et s'enchevêtrent d'une manière compliquée sur les courbes d'analyse thermique : la méthode dilatométrique en condition isotherme a permis de débrouiller ces phénomènes. Dans le cas d'une réaction simple, telle que le dépôt d'un constituant à partir d'une solution solide sursaturée, la courte « dilatation-temps » a une allure connue : logarithmique aux températures basses et tant que l'état du système est loin de l'équilibre, exponentielle aux températures élevées où l'équilibre est rapidement atteint. Quand deux réactions se supperposent, on peut donc prévoir l'allure des courbes, enregistrée par le dilatomètre, sur plaque mobile, au cours de la chauffe isotherme. L'auteur montre la coexistence de deux réactions dans des cas où on avait précédemment conclu à l'existence d'une seule. L'étude du revenu des aciers trempés a montré que, de tous les constituants de trempe, l'austénite seule peut être obtenue à l'état de pureté ; la martensite, constituant essentiel des aciers trempés, est toujours mêlée d'austénite. — M. **J. Duclaux** : *Quelques essais sur l'utilisation directe du rayonnement solaire.* Un disque plat, noirci sur sa face antérieure, argenté sur l'autre, placé dans un vide parfait et exposé aux rayons solaires à la limite de l'atmosphère, doit atteindre théoriquement une température de 116°, et permettre par suite d'obtenir, sous miroir concentrant les rayons, de la vapeur sous pression. Des expériences qui remontent à 1908 ont confirmé cette déduction, même en hiver. La possibilité d'obtenir de la vapeur sous pression sans miroir, pendant toute l'année, est donc démontrée. Il est douteux néanmoins que les machines solaires basées sur ce principe puissent rencontrer aucune application générale. L'énergie solaire directe ne coûte rien, mais elle est très diluée : une surface de 10 m² serait sans doute nécessaire pour entretenir un moteur de 1 cheval.

L. B.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.— 4-31.